



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

RUUT HAAPAMÄKI
JOUKKOLIIKENTEEN KYSYNNÄN VAIHTELUT JA NIIHIN
VAIKUTTAMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekun-
taneuvoston kokouksessa 4. marras-
kuuta 2015

TIIVISTELMÄ

RUUT HAAPAMÄKI: Joukkoliikenteen kysynnän vaihtelut ja niihin vaikuttaminen
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 71 sivua, 15 liitesivua
Tammikuu 2016
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät
Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen

Avainsanat: joukkoliikenne, kysynnän vaihtelut, koulumatkat, porrastaminen, kustannukset

Kaupunkijoukkoliikenteen kuormituksessa on nähtävissä selvät piikit aamuisin ja iltapäivisin. Piikit aiheutuvat koulu- ja työmatkaliikenteestä. Epätasainen kysyntä ruuhkauttaa joukkoliikennevälineitä ja pakottaa lisäämään tarjontaa. Ruuhkatunneiksi lisätty kalusto on vajaakäytössä muun vuorokauden, mikä on epätaloudellista ja nostaa ruuhkavuorojen liikennöintikustannuksia. Tampereella ruuhkatuntien, 7–8 ja 15–17, aikana tehdään noin 30 prosenttia päivän joukkoliikennematkoista. Kysynnän vaihteluista aiheutuvien lyhyiden, alle viiden tunnin, autokiertojen kustannukset ovat Tampereella vuodessa noin 4,5 miljoonaa euroa.

Tässä työssä joukkoliikenteen kysynnän vaihteluita tarkastellaan Tampereen kaupunkiseudulla. Työssä tutkitaan, millä keinoin kysyntää voitaisiin levittää laajemmalle ajanjaksolle. Tarkemman tarkastelun kohteena ovat koulumatkat Tampereella, joita on noin 30 prosenttia aamuruuhkapiikin matkoista. Ongelmaa tarkastellaan Tampereen joukkoliikenteeltä saadun matkakorttidatan avulla. Aineiston avulla tarkastellaan, mitä vaikutuksia kouluaikojen 15, 30 ja 60 minuutin porrastamisella olisi aamun ja iltapäivän kysyntäpiikkiin koko verkon osalta sekä tarjontaan muutamalla joukkoliikenteen linjalla Tampereella.

Porrastamisella on mahdollista saavuttaa merkittäviä muutoksia joukkoliikenteen pahimpaan ruuhkapiikkiin aamulla. Vaikutukset ovat sitä suurempia, mitä enemmän oppilaita pystytään porrastamaan. Iltapäivällä vaikutukset ovat huomattavasti pienemmät ja liian suuret koululaisiin kohdistuvat porrastukset saattavat jopa lisätä iltapäivän pahimman ruuhkapiikin matkustajamääriä. Porrastusten vaikutukset jakautuvat usealle linjalle, joten vaikutukset tarjontaan linjakohtaisesti ovat pieniä. Suurin potentiaali kustannussäästöille löytyy linjoilta, joilla tarjonta ja kysyntä ovat nykytilanteessa suurta ja epätasaista. Kustannussäästöjen synnyttämiseksi on porrastuksia tehtävä isossa mittakaavassa, eli lähes kaikkien koulujen alkamisaikoja on siirrettävä 15–30 minuutilla.

ABSTRACT

RUUT HAAPAMÄKI: Spreading peak demand in public transport

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 71 pages, 15 Appendix pages

January 2016

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Traffic and Transport Systems

Examiner: Professor Jorma Mäntynen

Keywords: public transport, variation in demand, school trips, staggering, costs

In urban public transport there is a clear peak of demand in the morning and in the afternoon due to school and work trips. Variation in demand causes overcrowding in vehicles and forces to increase departures and vehicles. There are several vehicles used for just a few hours in a day. That is expensive and inefficient. In Tampere, about 30 percent of boardings made during a day is made during the peak hours, 7–8 and 15–17. Costs of vehicles that are in use for less than five hours are about 4.5 million euro in a year.

This study investigates the problem of peak demand in Tampere City Region. Purpose of this study is to figure out how peak demand can be spread for a longer time period. The problem is analyzed with the help of data from the public transport payment system. There is data from every trip made in Tampere. School trips are examined in more detail because about 30 percent of all trips made during the worst peak hour is made by students. The data is used to examine the effects of staggering school hours by 15, 30 or 60 minutes in the morning and in the afternoon.

In the morning, staggered school hours affect the peak demand significantly. The more the students will be staggered, the more the peak will be spread. In the afternoon, effects are clearly smaller and extensive staggering of school hours can even make the situation worse. Although the decline of the number of passengers is remarkable, changes will be spread over many buses. That is why it is difficult to save costs with staggering. The greatest potential for staggering would be in bus lines with a large number of passengers and good but varying service. Staggering should be realized in a large scale if cost savings are wanted.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen joukkoliikenteelle osana rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkintoa. Työskentely aiheen parissa on ollut haastavaa, mutta myös erittäin opettavaista. Ymmärrykseni joukkoliikenteestä ja sen roolista liikennejärjestelmässä on kasvanut työn aikana.

Haluan kiittää professori Jorma Mäntystä, joka tarjosi aihetta minulle ja ohjasi diplomityötä. Suuri kiitos kuuluu myös Tampereen joukkoliikenteen suunnittelupäällikölle Juha-Pekka Häyrykselle sekä joukkoliikenneinsinööri Riikka Salkoselle työn mahdollistamisesta sekä asiantuntemuksensa jakamisesta työn edetessä.

Olen saanut tehdä työtä mukavassa ja inspiroivassa työyhteisössä, mistä haluan kiittää kaikkia työkavereitani. Työnteko on sujunut hyvin, kun tukea on löytynyt läheltä. Erityiskiitos kuuluu tutkija Riku Virille Excel-konsultoinnista työn aikana.

Lopuksi haluan kiittää Eliasta tuesta diplomityöprosessin aikana sekä Katjaa työhön liittyvien puheiden kuuntelusta.

Tampereella, 18.12.2015

Ruut Haapamäki

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja työn rajausta	2
1.3	Tutkimusaineistot ja -menetelmät	3
1.3.1	Aineistot	3
1.3.2	Kysely rehtoreille	4
1.3.3	Porrastamistutkimus	4
1.4	Työn rakenne	5
2.	JOUKKOLIIKENTEEN KYSYNNÄN VAIHTELUT	7
2.1	Joukkoliikenteen kysyntä	7
2.2	Kysynnän vaihteluiden seuraukset	10
2.2.1	Vaikutukset kuormitusasteeseen, matka-aikaan ja matkustusmukavuuteen	10
2.2.2	Vaikutukset tarjontaan	11
2.2.3	Vaikutukset kustannuksiin	14
2.3	Matkustuskäyttämiseen vaikuttavat tekijät	17
2.3.1	Liikkujan henkilökohtaiset ominaisuudet	17
2.3.2	Matkustamisen hinta: kysynnän hintajousto	17
2.3.3	Palvelutaso	19
2.4	Kysynnän vaihteluihin vaikuttamisen keinot	20
2.4.1	Liikenteen kysynnän hallinta	20
2.4.2	Hinnoittelu	22
2.4.3	Koulu- ja työaikoihin vaikuttaminen	24
3.	KYSYNNÄN VAIHTELUT TAMPEREEN KAUPUNKISEUDULLA	28
3.1	Joukkoliikenne Tampereen kaupunkiseudulla	28
3.2	Kysynnän ja tarjonnan vaihtelut	31
3.2.1	Verkon kuormitus	31
3.2.2	Kysynnän vaihtelu eri matkaryhmissä	35
3.2.3	Tarjonta	37
3.2.4	Linjojen kuormitus ja tarjonta	39
3.3	Kysynnän vaihtelun aiheuttamat kustannukset	41
3.4	Kysyntään vaikuttamisen mahdollisuudet ja keinot Tampereella	45
4.	KOULUJEN ALKAMISAIKOJEN PORRASTAMINEN TAMPEREELLA	47
4.1	Tampereen peruskoulut, toisen asteen oppilaitokset ja korkeakoulut	47
4.2	Koulujen ja oppilaitosten alkamis- ja päättymisajat	48
4.3	Yläkoululaisten ja toisen asteen opiskelijoiden koulumatkat	50
4.4	Koulujen reunaehdot porrastukselle	52
4.5	Porrastamisen kannalta kiinnostavat koulut ja porrastusehdotukset	53
5.	PORRASTAMISEN VAIKUTUKSET	56
5.1	Vaikutukset matkustajamääriin koko verkolla	56

5.2	Vaikutukset matkustajamääriin linjatasolla sekä linjojen tarjontaan	59
5.3	Vaikutukset kustannuksiin	62
6.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	64
6.1	Yhteenveto	64
6.2	Tutkimuksen arviointi	66
6.3	Toimenpidesuosituksat ja jatkotutkimusehdotukset	66
	LÄHTEET	68

LIITE A: KYSELYLOMAKE

LIITE B: ERI IKÄRYHMIEN OSUUDET KUNKIN TUNNIN LIIKENTEESTÄ

LIITE C: AUROKIERTOJEN KUSTANNUKSET LINJOITTAIN
AUTOKIERRON PITUUDEN MUKAAN

LIITE D: YLÄKOULUJEN JA TOISEN ASTEEN OPPILAITOSTEN OPPILAS-
MÄÄRÄT SEKÄ KOULUPÄIVIEN ALKAMIS- JA PÄÄTTYMISAJAT

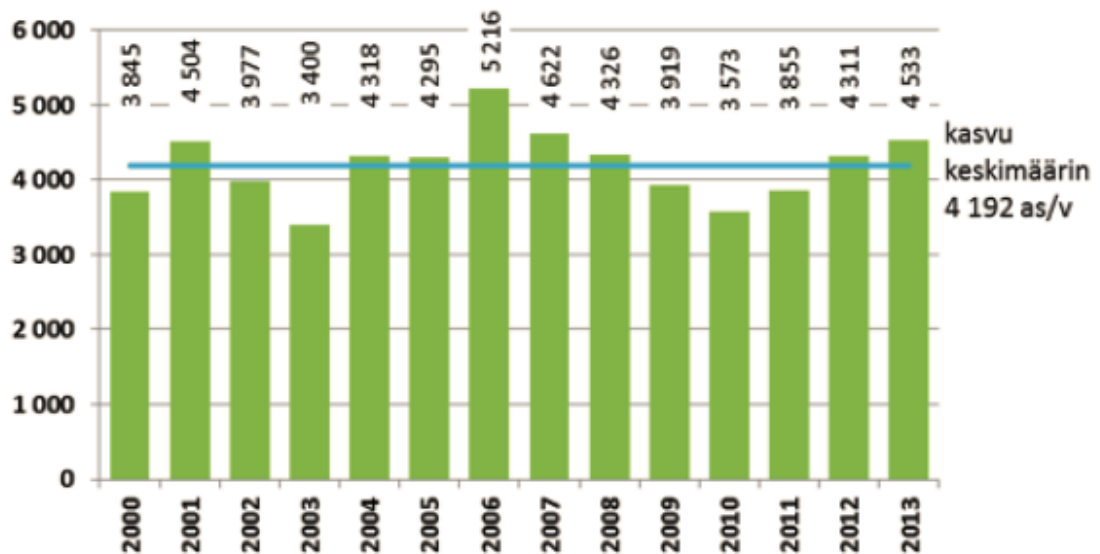
LIITE E: PORRASTUSVAIHTOEHDON 3 MUUTOKSET MATKUSTAJAMÄÄ-
RISSÄ AAMUPIIKIN AIKANA

LIITE F: VARTIN AIKANA TAPAHTUVAT NOUSUT NYKYTILANTEESSA
SEKÄ VAIHTOEHDOISSA 3 JA 4 LINJOILLA

1. JOHDANTO

1.1 Taustaa

Tampereen kaupunkiseutu on Suomen toiseksi suurin kaupunkiseutu heti pääkaupunkiseudun jälkeen. Se pitää sisällään Tampereen lisäksi Kangasalan, Lempäälän, Nokian, Oriveden, Pirkkalan, Vesilahden sekä Ylöjärven. Kaupunkiseudun väkiluku oli vuoden 2014 lopussa 373 575 asukasta. (Tampereen kaupunkiseutu 2015.) Tampereen kaupunkiseutu on kasvanut viimeisten vuosikymmenten aikana (Tilastokeskus 2015) ja kasvun on ennustettu jatkuvan. Kuva 1.1 esittää kaupunkiseudun väestönkasvua vuodesta 2000 vuoteen 2013. Vuosittainen väkiluvun kasvu kaupunkiseudulla on viime vuosina ollut keskimäärin 4 192 asukasta vuodessa. Tampereen kaupunkiseudun rakennesuunnitelmassa 2040 (Tampereen kaupunkiseutu 2014) on varauduttu noin 4200 asukkaan väestönkasvuun vuodessa vuodesta 2012 vuoteen 2040. Tämä tarkoittaisi, että vuonna 2040 kaupunkiseudun väkiluku olisi 480 000 asukasta.



Kuva 1.1. Tampereen kaupunkiseudun vuosittainen väestönkasvu (Tampereen kaupunkiseutu 2014).

Kaupunkien kasvamisen myötä niiden liikenneruuhkat pahenevat. Liikenteen ruuhkautumisen vähentämiseksi pyritään ihmisiä ohjaamaan henkilöautoista muiden kulkumuotojen käyttäjiksi. Erityisesti joukkoliikennettä pidetään suuren kapasiteettinsa vuoksi hyvänä ratkaisuna ruuhkaongelmiin. Ihmiset haluavat kuitenkin liikkua samaan aikaan, mikä näkyy liikenteessä ruuhkapiikkeinä. Pahimmat ruuhkapiikit ovat aamuisin 7–8 ja

iltapäivisin 15–17 (Kalenoja & Tiikkaja 2013). Joukkoliikenteessä nämä ruuhkapiikit korostuvat, sillä joukkoliikennettä käytetään eniten työ-, koulu ja opiskelumatkoilla (Liikennevirasto 2012). Tampereen kaupunkiseudulla aamu- ja iltapäivän ruuhkapiikit ovat merkittävät (Kalenoja & Tiikkaja 2013, 16).

Epätasaisen kysynnän tasaamiseksi, on joukkoliikenteen käyttäjien muutettava matkustustottumuksiaan. Matkustajien houkutteleva liikkumaan pahimpien ruuhkapiikkien ulkopuolella on kuitenkin vaikeaa, sillä usein koulut ja työt alkavat yhtä aikaa. Ruuhkiin vaikuttamista on tutkittu niin hinnoittelun (Webb et al. 2010, Currie 2011) kuin porrastustenkin (Taivainen 1981, Ljungberg 2009) kannalta.

Kouluaikojen porrastamisesta ruuhkapiikkien pienentämiseksi Tampereella on tehty diplomityö vuonna 1981 (Taivainen 1981). Työssä tutkittiin, voidaanko koulujen työaikojen porrastamisella vaikuttaa joukkoliikenteen kustannuksiin. Tutkimuksen mukaan porrastamisella on mahdollista saada aikaan kustannussäästöjä, mutta esitetyllä porrastusvaihtoehdolla ei pystytä tasaamaan matkustajamäärien aiheuttamia ruuhkapiikkejä riittävästi. Kysynnän vaihteluihin on pyritty vastaamaan myös Jyväskylässä koulujen alkamisaikojen rytmittämällä. Asiaa on tutkittu ja porrastamista on kokeiltu syksystä 2015 alkaen (Sitra 2014).

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja työn rajaus

Työssä tutkitaan joukkoliikenteen kysynnän vaihtelua ja tarkastellaan, millä keinoin siihen voidaan vaikuttaa. Työn tavoitteena on hahmottaa, millaisia ongelmia kysynnän vaihtelu aiheuttaa Tampereella. Tarkoituksena on selvittää, voitaisiinko koulujen alkamisaikojen porrastamisella vaikuttaa ruuhkapiikkiin ja kustannuksiin. Tarkastelut tehdään Tampereen kaupunkiseudulla.

Tutkimuksen pääkysymys on: ”Miten joukkoliikenteen kysynnän vaihteluihin voidaan vaikuttaa ja mitkä ovat näiden toimenpiteiden vaikutukset Tampereella?”. Kysymykseen haetaan vastausta seuraavien alakysymysten avulla:

- Mitä kysynnän vaihtelut ovat?
- Miten kysyntä vaihtelee Tampereen kaupunkiseudulla ja mitkä ovat kysynnän vaihteluiden seuraukset?
- Voidaanko kysynnän vaihteluihin vaikuttaa koulujen alkamisaikojen porrastamisella?
- Miten porrastaminen vaikuttaa kustannuksiin, kalustonkäyttöön ja ruuhkapiikkiin?

Pahimman aamuruuhkan aikaan matkustajista suuri osa on koululaisia, opiskelijoita tai työssäkäyviä. Näin ollen kysyntää voidaan vaikuttaa puuttamalla koulujen ja töiden alkamis- ja päättymisaikoihin. Työssä tarkastellaan koulu- ja opiskelumatkoja työmatkojen

sijaan, sillä yhteistyö koulujen kanssa on helpompi toteuttaa ja näin ollen porrastus on helpompi viedä käytäntöön.

Tarkemmat tarkastelut kysyntään vaikuttamisesta rajataan koskemaan yläkoululaisia ja toisen asteen opiskelijoita. Alakoululaisten keskuudessa bussilla tehdään selvästi vähemmän koulumatkoja, joten heidät rajataan tarkastelun ulkopuolelle. Korkeakouluopiskelijoiden opiskeluajat taas ovat joustavia, joten heidän liikkumisellansa ei ole yhtä suuria vaikutuksia ruuhkapiikkeihin. Porrastamisen vaikutuksia kustannuksiin selvitetään lähinnä piikkien osalta, sillä ne ovat kustannusten kannalta oleellisimpia.

Tutkimuksessa ei tarkastella maankäytöllisten ratkaisujen vaikutusta kysyntään eikä joukkoliikenteen linjareittien suunnittelua. Työssä ei myöskään käsitellä yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä, joilla voitaisiin vaikuttaa joukkoliikenteen kysyntään, sillä ne eivät ole joukkoliikennetoimijoiden vaikutuspiirin sisällä.

1.3 Tutkimusaineistot ja -menetelmät

1.3.1 Aineistot

Aineistona tutkimuksessa käytettiin Tampereen joukkoliikenteeltä saatua matkakorttihistoriatietoa ja kyselyllä kerättyä tietoa oppilaitoksista. Joukkoliikenteen kustannusten arvioinnissa ja tarkastelussa käytettiin Tampereen joukkoliikenteeltä saatua kustannustietoa autokierroittain.

Tutkimuksessa oletettiin, että suuri osa toisen asteen oppilaista on 16–18-vuotiaita. Lukioiden kohdalla oletus pitää paremmin paikkansa, mutta ammatillisissa oppilaitoksissa on paljon myös aikuisopiskelijoita tai muuten hieman vanhempia opiskelijoita. Lisäksi ammatillisissa oppilaitoksissa kaikki opiskelijat eivät ole läsnä koululla joka päivä muun muassa harjoitteluiden takia. Tutkimuksessa matkustajat jaettiin eri ikäryhmiin syntymävuoden perusteella seuraavasti:

- Alakoululaiset: 2002–2007
- Yläkoululaiset: 1999–2001
- Toisen asteen opiskelijat: 1996–1998
- 19–24-vuotiaat: 1990–1995
- 25–64-vuotiaat: 1950–1989
- 65–100-vuotiaat: 1914–1949.

Tampereen kaupungin koulutoimelta saatiin tieto ala- ja yläkoulujen oppilasmääristä kootusti (Tampereen kaupunki 2015a). Alakoulujen koulupäivien alkamisajat selvitettiin koulujen internet-sivuilta.

1.3.2 Kysely rehtoreille

Tampereen koulujen mahdollisuuksia porrastusten toteuttamiseen tutkittiin kyselytutkimuksella. Kyselytutkimuksella selvitettiin koulujen oppilasmääriä, alkamis- ja päättymisaikoja sekä mahdollisia esteitä porrastukselle. Kysely suunnattiin 43 yläkoulun, lukion ja ammatillisen oppilaitoksen rehtorille. Kysely toteutettiin internetkyselynä syyskuussa 2015. Oppilaitosten yhteystiedot saatiin niiden internetsivuilta. Vastaus kyselyyn saatiin 35 koulusta. Lopuista 8 koulusta tarvittavat tiedot oppilasmääristä ja koulupäivien alkamisajoista kerättiin sähköpostilla suoraan rehtorilta tai muulta oppilaitoksen henkilökunnalta.

Kyselylomake löytyy liitteestä A. Kyselyssä oli yhteensä 10–12 kysymystä, riippuen siitä, oliko vastaaja yläkoulun vai toisen asteen oppilaitoksen rehtori. Tutkimustuloksia on tarkasteltu tarkemmin alaluvussa 4.3.

1.3.3 Porrastamistutkimus

Tietoa Tampereen joukkoliikenteen matkustajamääristä saatiin Tampereen joukkoliikenteeltä, joka kerää tietoa joukkoliikenteen matkustajamääristä ja käyttäjistä rahastusjärjestelmän avulla. Työssä hyödynnetään näitä tietoja matkustuskysynnän analysoinnissa. Tiedot saatiin vuoden 2015 tammikuulta viikolta 4. Kyseinen tammikuun viikko valittiin tarkasteluajankohdaksi, sillä silloin joululomat ovat jo ohi eikä hiihtolomakausi ole vielä alkanut. Jokaisesta viikon aikana tapahtuneesta noususta saatiin seuraavat tiedot: nousuaika, syntymävuosi, linja sekä pysäkki, jolta matkustaja nousi kyytiin. Tarkemmat tarkastelut tehtiin kolmen arkipäivän (ti–to) matkustajadatan keskiarvona, sillä vaikka dataa oli saatavilla viikon ajalta, maanantai ja perjantai erosivat muista arkipäivistä niin paljon, ettei niiden ottaminen mukaan tarkasteluun ollut järkevää.

Tutkimusaineistossa oli yhteensä 708 370 matkaa. Aineistosta rajattiin pois nousut, joita ei ollut kohdistettu millekään pysäkille ja joiden viikonpäivä oli jokin muu kuin tiistai, keskiviikko tai torstai. Jäljellejääneet nousut pyrittiin kohdistamaan oikeisiin lähtövuoroihin, sillä aineistossa nousut oli ilmoitettu matkakortin leimausajan mukaan. Porrastustarkasteluissa tarvittiin tieto siitä, miten paljon nousuja tapahtuu minäkin ajanjaksona päätepysäkiltä lähtevillä vuoroilla, joten jokainen nousu kohdistettiin johonkin aikataulun mukaiseen vuoroon puolen tunnin tarkkuudella. Kohdistamisessa käytettiin Tampereen kaupungin avoimesta datasta (Tampereen kaupunki 2015b) saatua aikataulutietoa. Lopulta aineistosta käytettiin hyväksi 351 976 nousutietoa, jotka kohdistuivat oikeille lähtövuoroille.

Koululaisten matkustamista tutkittiin muun muassa karttaesitysten ja kuvaajien avulla. Nousut laitettiin kartalle Tampereen avoimesta datasta löytyvien pysäkkien koordinaattitietojen avulla (Tampereen kaupunki 2015c). Tutkimus porrastuksen vaikutuksesta mat-

kustajamääriin tehtiin nykyisen matkustusdatan pohjalta käyttäen aiemmin esitettyä ryhmittelyä ikäryhmiin. Tarkastelussa hyödynnettiin nykyistä matkustajien jakautumista linjoittain, suunnittain sekä kellonajoittain.

Porrastus toteutettiin siten, että aamulla 6.00–10.00 tapahtuvilta lähdöiltä poistettiin matkustajia samassa suhteessa, jossa matkustajat jakautuivat eri linjoille ja ajankohdille. Nämä matkustajat siirrettiin halutun aikajakson mukaisesti toisille lähdöille aikaisemmaksi tai myöhäisemmäksi. Iltapäivällä matkustajia siirrettiin samalla periaatteella 13.15–16.45 tapahtuvilla lähdöillä. Tutkimuksessa huomioitiin, että porrastuksia on tehtävä aamun lisäksi myös iltapäivällä. Jos koulun alkamisaikaa siirretään aamulla esimerkiksi puoli tuntia, koulupäivä loppuu iltapäivällä luultavammin puolituntia myöhemmin, ellei koulupäivän sisäisiä taukoja lyhennetä tai poisteta. Näin ollen porrastus toteutettiin aamulla ja iltapäivällä yhtä suurena niin porrastettavien matkustajien määrän kuin porrastamisen suuruudenkin suhteen.

Käytetyt aikavälit ovat parhaat koululaisten näkökulmasta, sillä suurin osa koulumatkoista tehdään näiden aikaikkunoiden sisällä. Aikuisten näkökulmasta porrastusta tulisi hieman aikaistaa aamulla ja jatkaa myöhäisemmäksi iltapäivällä, sillä osa työmatkoista alkaa aikaisemmin ja päättyy myöhemmin. Käytetyllä menetelmällä saatiin näkyviin vaikutukset myös muihin aikoihin kuin vain pahimpaan ruuhka-aikaan matkustavien liikkumiseen. Käytetty malli kuvaa kouluaikojen porrastamisen vaikutuksia suhteellisen hyvin, sillä matkustuskäyttäytyminen ei muutu porrastamisen vaikutuksesta, vaan porrastaminen vaikuttaa ainoastaan matkustusajankohtaan. Työikäisten tarkasteluun malli ei sovellu yhtä hyvin, vaan sitä olisi tutkittava eri menetelmällä.

Kustannuksia tarkasteltiin työssä vain aamupiikin osalta, sillä sen matkustajamäärä määrittää tarvittavan automäärän. Vaikutuksia tarjontaan ja kustannuksiin tarkasteltiin siitä lähtökohdasta, kuinka paljon matkustajia pitäisi siirtää, että vuoroja voitaisiin poistaa. Kustannusten tarkasteluun käytettiin Tampereen joukkoliikenteeltä saatua autokiertojen kustannustietoa. Tietojen perusteella arvioitiin, mitkä vuorot voitaisiin poistaa mahdollisimman pienillä toimenpiteillä ja mitkä olisivat näiden vuorojen poistamisen kustannussäästöt. Päivittäiset kustannukset laajennettiin koko vuodelle käyttämällä kerrointa 200.

1.4 Työn rakenne

Tutkimus jakautuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa (luku 2) tutkitaan kysynnän vaihteluita ja joukkoliikenteen tarjontaa kirjallisuuskatsauksen avulla. Ongelmaa tarkastellaan laajemmasta näkökulmasta ja selvitetään, mitä mahdollisuuksia kysyntään vaikuttamiseksi on. Luku antaa kuvan käsiteltävästä ongelmasta sekä sen seurauksista.

Toisessa osassa tarkastellaan nykytilannetta Tampereella ja muodostetaan kuva siitä, kuka joukkoliikennettä käyttää ja milloin. Luvussa kolme tarkastellaan joukkoliikenteen

kysyntää Tampereen kaupunkiseudulla koko verkon tasolla sekä joidenkin linjojen näkökulmasta. Luvussa käsitellään myös kysynnän vaihteluista syntyviä kustannuksia Tampereella.

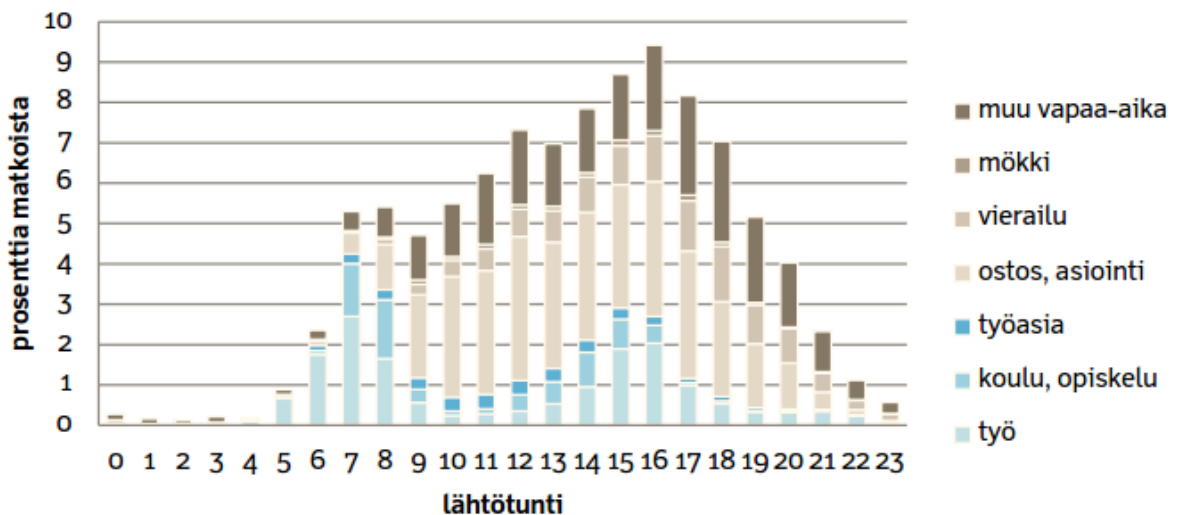
Kolmas osa keskittyy kouluaikojen porrastuksen tutkimiseen ja käsittelyyn. Neljäs luku käsittelee Tampereen peruskouluja sekä toisen asteen oppilaitoksia, niiden sijaintia sekä koulujen alkamis- ja päättymisaikoja. Luvussa esitellään myös koulujen reunaehdoja porrastukselle. Luku viisi käsittelee porrastamisen mahdollisuuksia ja vaikutuksia Tampereella joukkoliikenteestä ja kouluista saatujen tietojen valossa. Työn lopuksi tehdään yhteenveto käsitelystä asiasta, vartaillaan saatuja tietoja aiempiin tutkimuksiin sekä esittää suosituksia jatkotoimenpiteiksi.

2. JOUKKOLIIKENTEE KYSYNNÄN VAIHTELUT

2.1 Joukkoliikenteen kysyntä

Matkustuskysyntä syntyy ihmisten tekemistä valinnoista matkustamisen, niin sen määrän kuin kulkumuodonkin, suhteen (Litman 2013). Liikenteen kysyntä ei ole tasaista vaan se vaihtelee niin sijainnin, sukupuolen, iän kuin matkan tarkoituksenkin mukaan merkittävästi. Kysynnän vaihtelevuus on liikenteen kannalta ongelmallista, sillä suuret vaihtelut eivät mahdollista väylien tai kaluston kapasiteetin hyödyntämistä optimaalisesti. Liikenteessä suurimmat ongelmat syntyvät kysynnän ajallisesta ja alueellisesta vaihtelusta.

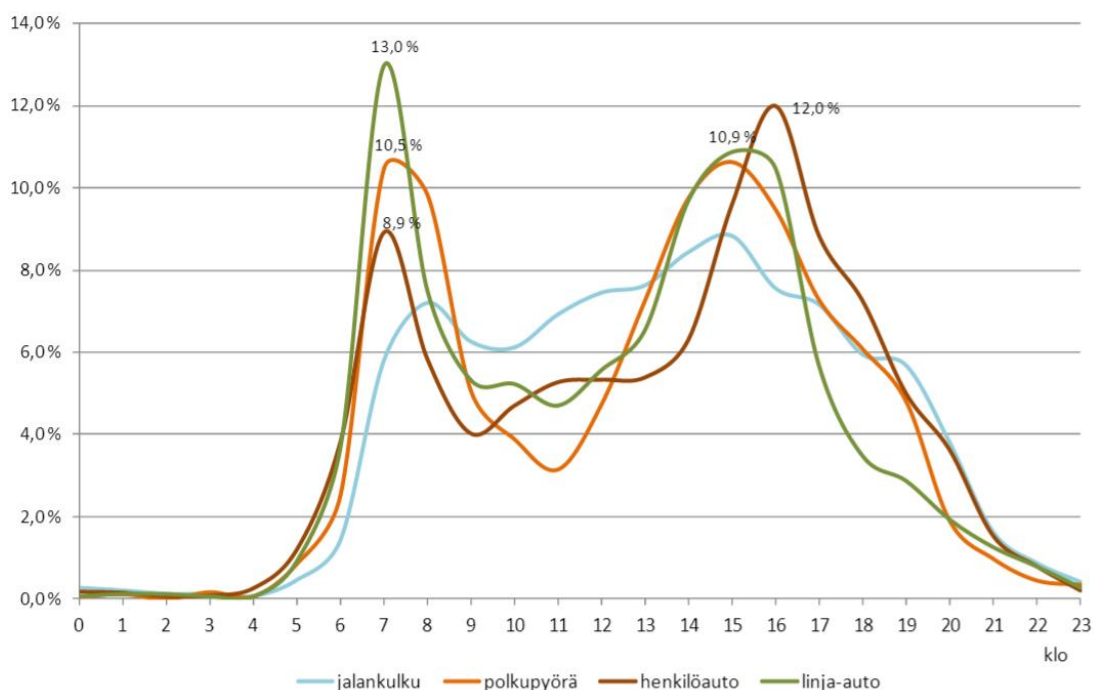
Vaihtelua ajallisesti eli kysynnän aikavaihteluista on nähtävissä niin henkilöautoliikenteessä kuin joukkoliikenteessäkin. Kysyntä voi vaihdella päivittäin kellonajan mukaan, viikonpäivän mukaan sekä kuukauden mukaan (Balcombe et al. 2004). Pyörällä tehdään keväällä, kesällä ja syksyllä enemmän matkoja kuin talvella, kun taas joukkoliikenteen käyttö lisääntyy talvikuukausina (Liikennevirasto 2012). Kuva 2.1 esittää liikenteen ajallista vaihtelua arkivuorokauden aikana matkan tarkoituksen mukaan. Koulu-, opiskelu- ja työmatkoissa on nähtävissä selvät piikit aamupäivisin 7–9 ja iltapäivisin 14–17, kun taas vapaa-ajanmatkat sijoittuvat tasaisemmin keskipäivästä iltaan. Liikenteessä on nähtävissä ruuhkapiikit arkipäivinä. Ruuhkapiikillä tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin kysyntä on suurimmillaan.



Kuva 2.1. Matkojen ajallinen vaihtelu matkan tarkoituksen mukaan (Liikennevirasto 2012).

Kun liikenteen kysyntä jaetaan eri kulkumuodoille (Kuva 2.2), nähdään, miten se eroaa eri kulkumuotojen välillä. Verrattuna henkilöautoon, kävelyyn tai pyöräilyyn, joukkoliikenteen ruuhkapiikki on merkittävästi pahempi. Kuten kuvasta nähdään, päivittäisestä

joukkoliikenteen kysynnästä jopa 13 prosenttia ajoittuu aamun ruuhkatunnille 7–8. Aamuruuhkapiikki on yleensä iltapäivän ruuhkapiikkiä terävämpi, sillä aamulla koulu- ja työpäivät alkavat usein samaan aikaan, mutta koulupäivät ovat työpäiviä lyhempiä ja loppuvat usein aikaisemmin. Toisaalta iltapäivällä tehdään myös aamupäivää enemmän vapaa-ajanmatkoja (Liikennevirasto 2012), joten piikki loivenee hitaammin iltaa kohden. Kysynnän aikavaihtelut vaikeuttavat joukkoliikenteen suunnittelua ja vaikuttavat merkittävästi joukkoliikenteen kustannuksiin. Kysynnän aikavaihtelua Tampereen kaupunkiseudulla on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3.2.

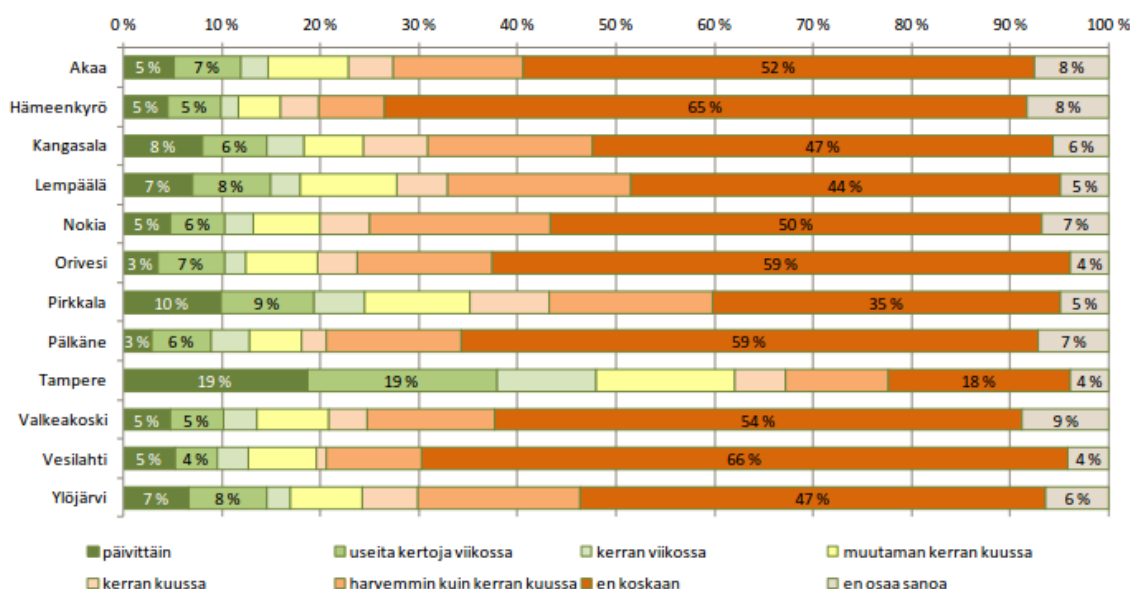


Kuva 2.2. Kysynnän vaihtelut vuorokauden aikana Pirkanmaalla (Kalenoja & Tiikkaja 2013).

Arkipäivien tuntivaihtelun lisäksi merkittävää vaihtelua joukkoliikenteessä tapahtuu myös suunnittain. Keskustakeskeisessä kaupunkirakenteessa aamuisin keskustan suuntaan linja-autot ovat täynnä, kun taas toiseen suuntaan ne voivat ajaa tyhjillään. Iltapäivällä tilanne on toisinpäin. Tällöin joukkoliikenteen kapasiteettia päästään hyödyntämään vain toiseen suuntaan ja toiseen suunnan liikennöinti aiheuttaa vain lisäkuluja. (Alku 2007, 82.) Vaihtelu suunnittain johtuu alueiden eriytymisestä eri tarkoituksiin sekä oppilaitosten keskittymisestä suurempiin yksiköihin, jolloin kouluja, oppilaitoksia ja työpaikkoja sijaitsee eniten keskustassa. Erilaisten asuinalueiden ja keskustan kulkumuotoja-kaumat ja maankäyttö voivat erota toisistaan merkittävästi. Tästä johtuen kuormitus saat-
taa vaihdella joukkoliikennelinjan varrella merkittävästi.

Joukkoliikenteen kysyntä on erilaista myös eri ikäluokissa, naisten ja miesten välillä, eri joukkoliikennemuotojen välillä sekä erilaisilla alueilla (Balcombe et al. 2004). Erot kysynnässä erilaisilla alueilla käyvät ilmi muun muassa Tampereen seudun liikennetutkimuksesta (Kalenoja & Tiikkaja 2013). Kuva 2.3 esittää joukkoliikenteen käytön määrää

eri kunnissa Pirkanmaalla. Huomattava ero on nähtävissä erityisesti Tampereen ja muiden alueen kuntien välillä. Tamperelaisista lähes 40 prosenttia käyttää joukkoliikennettä useita kertoja viikossa. Tampereen naapurikunnissa vastaava luku on 15 prosentin luokkaa, tosin Pirkkalassa lähes 20 prosenttia. Muissa Pirkanmaan kunnissa luku on noin kymmenen prosentin luokkaa. Mitä kauempana kaupungista ollaan sitä enemmän henkilöauton käyttö korostuu joukkoliikenteen sijaan. Eri kaupunkiseutujen erot kulkumuotojakaumassa taas ovat suhteellisen pieniä (Kalenoja & Tiikkaja 2013).



Kuva 2.3. Joukkoliikenteen käytön tiheys eri Pirkanmaan kunnissa (Kalenoja & Tiikkaja 2013).

Vaihtelut erikokoisten kuntien ja kaupunkien välillä johtuvat vaihtelusta joukkoliikenteen käyttäjien ikäjakaumassa. Yleisesti koulukuljetukset ja työmatkaliikenne ovat joukkoliikennettä ruuhkauttavimpia tekijöitä. Taajamissa joukkoliikennettä käytetäänkin tasaisemmin kaikissa ikäryhmissä, mutta haja-asutusalueella asuvista joukkoliikennettä käyttävät selvästi eniten kouluikäiset (Liikennevirasto 2012). Tästä johtuen haja-asutusalueilla kysyntä on koulujen alkamisaikaan huomattavasti suurempi kuin muina aikoina. Koulujen alkaessa kalustotarve on suuri. (Fügenschuh 2009.) Muina aikoina kysyntä ei riitä vastaamaan tarjontaa, jolloin autot joko ajavat tyhjillään tai tarjontaa ei ole ollenkaan. Harvaan asutuilla alueilla julkista liikennettä on myös selvästi vähemmän. Esimerkiksi HSL-alueen palvelutasomäärittelyssä sanotaan, että haja-asutusalueella hoidetaan koulukuljetukset ja muut lakisääteiset kuljetukset, mutta muuten varsinaisia joukkoliikennepalveluita ei välttämättä järjestetä (HSL 2012, 22). Koulukuljetukset voidaan joutua hoitamaan erillisenä tilausliikenteenä, jolloin kuljetukset täytyy näillä alueilla suunnitella eri menetelmillä kuin kaupungeissa.

Kaupungeissa koulukuljetukset pyritään pääosin hoitamaan julkisella liikenteellä, jolloin erillisiä kuljetuksia tarvitsee järjestää vain erityisoppilaille sekä liian kaukana julkisen

liikenteen verkosta asuville oppilaille. Kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen reitit on suunniteltu kokonaisuutena niin koululaiset, opiskelijat kuin työssäkäyvätkin huomioiden alueellisten erityispiirteiden perusteella. Vuorovälit ovat yleensä harvaan asuttuja alueita tiheämmät, joten ne eivät aiheuta merkittäviä ongelmia alkamisaikojen kanssa. Kalusto voi vaihdella linja-autoista lähijuniin, mutta pääosin Suomessa liikenne hoidetaan linja-autoilla.

Työmatkaliikenne on koulumatkaliikenteen ohella yksi joukkoliikennettä kuormittavimmista tekijöistä. Se on koulumatkaliikennettä joustavampaa, sillä töiden alkamisajat saatavat vaihdella tai niihin pystyy vaikuttamaan itse. Työmatkaliikenteeseen vaikuttavat niin alueiden maankäyttö kuin työpaikkojen käytännötkin. Työmatkaliikenne on muuttunut viimeisten vuosikymmenten aikana merkittävästi. Työmatkojen pituudet ovat keskimäärin pidentyneet (Liikennevirasto 2012), mutta etätöiden lisääntyminen ja joustavien työaikojen käyttöönotto on lisännyt työn joustavuutta niin ajallisesti kuin myös vähentänyt työn paikkariippuvuuttakin.

2.2 Kysynnän vaihteluiden seuraukset

2.2.1 Vaikutukset kuormitusasteeseen, matka-aikaan ja matkustusmukavuuteen

Kysyntäpiikit aiheuttavat joukkoliikenteen ruuhkautumista. Ruuhkautumista tapahtuu joukkoliikenteessä niin asemilla, kulkuväylillä kuin ajoneuvoissakin (Tirachini et al. 2013). Kysyntäpiikki saattaa ruuhkauttaa vain muutaman vuoron tai koko liikenteen muutamaksi tunniksi. Suurilla kaupunkiseuduilla raideliikenteen ylikuormittuminen on kasvava ongelma, joka vaikuttaa muun muassa matkustusmukavuuteen (Currie 2011). Linja-autoliikenteessä lisääntyneeseen kysyntään voidaan vastata lisäämällä tarjontaa, mutta raideliikenteen tapauksessa tarjonnan lisääminen on vaikeampaa, koska uusien raiteiden rakentaminen on hidasta ja kallista. Tarjonnan lisäämisestä huolimatta, linja-autot ovat ruuhka-aikaan usein täynnä.

Ruuhkautumista voidaan mitata erilaisin mittarein, joista yleisimpiä ovat kuormitusaste (matkustajaa/matkustajapaikkojen lukumäärä) ja matkustajatiheys (matkustajaa/neliömetri). Kuormitusastetta voidaan mitata huomioiden joko pelkät istumapaikat tai sekä istuma- että seisomapaikat. (Tirachini et al. 2013.) Suurilla kaupunkiseuduilla kuormitusasteesta käytetään usein jälkimmäistä määritelmää, kun taas pitkänmatkan liikenteessä ensimmäistä. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla jokaisella kalustolla on omat paikkalukunsa, joiden mukaan kuormitusaste lasketaan. Ruuhka-aikaan maksimikuormitusaste on 100 prosenttia, mikä tarkoittaa, että laskennallinen paikkaluku (sekä istuma- että seisomapaikat) on täysin käytössä. Muuna aikana maksimikuormitusaste on 75 prosenttia. Linjojen kuormitusaste lasketaan linjan kuormitetuimmalla kohdalla mitoittavan tunnin aikana. Kuormitusaste ei saa jatkuvasti ylittää raja-arvoa yksittäisen lähdön kohdalla. (HSL

2012, 31.) Kun kuormitusaste saavuttaa kapasiteetin, sekä matka-ajat että odotusajat pysäkillä pitenevät (Tirachini et al. 2013).

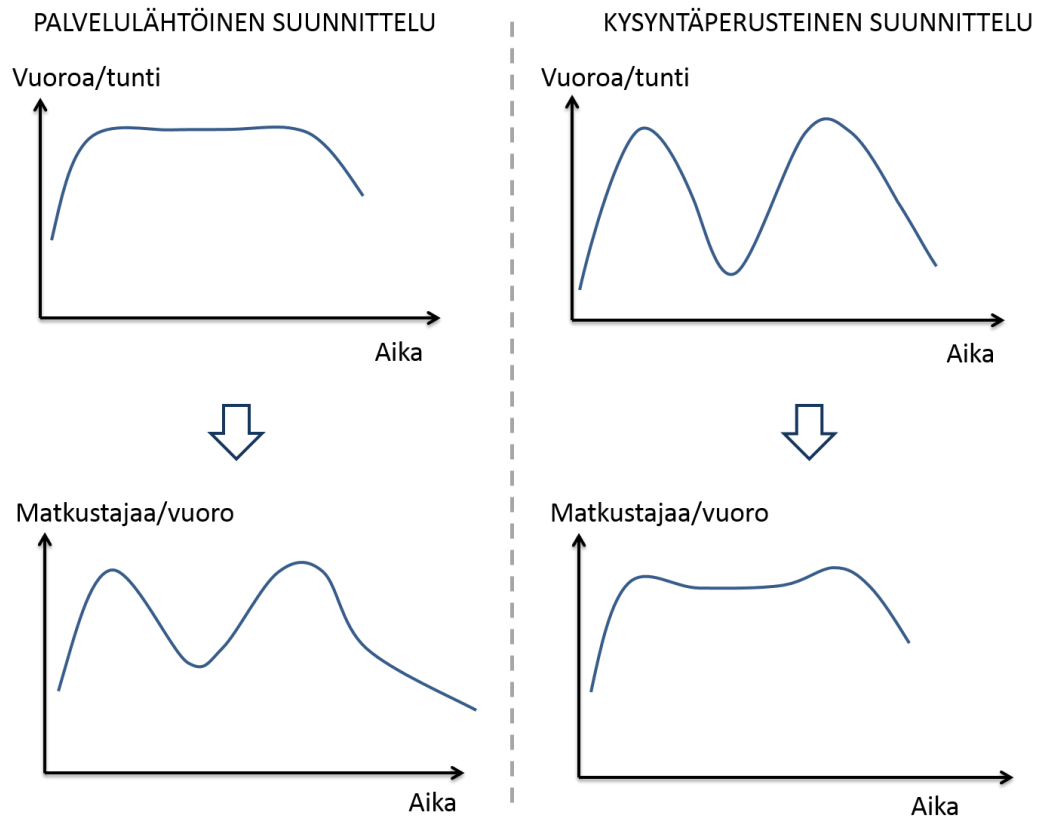
Todellisuudessa kuormitusaste ei yleensä ole tiedossa, sillä linja-autojen järjestelmät keräävät yleensä tietoa vain nousevista matkustajista. Tämä vaikeuttaa tarjonnan mitoittamista.

Ruuhkaisissa linja-autoissa kaikille matkustajille ei riitä istumapaikkoja. Seisovat matkustajat vaikeuttavat linja-auton sisällä liikkumista ja hidastavat matkustajien nousemista linja-autoon tai sieltä pois. Ruuhkautuneeseen linja-autoon nouseminen ja sieltä poistuminen on hitaampaa. Fernández (2011) osoitti, että, jos linja-autossa seisoo ihmisiä, sinne kyytiin nouseminen hidastuu lineaarisesti linja-auton matkustajatiheyden (matkustajaa/m²) kasvaessa ja poistuminen linja-autosta hidastuu eksponentiaalisesti matkustajatiheyden kasvaessa. Puong (2000) osoitti, että mitä enemmän seisovia matkustajia ovea kohti on, sitä hitaampaa kyytiin nousu on.

Täydet linja-autot lisäävät myös odotusaikoja, kun osa linja-autoista on niin täynnä, että niiden on ajettava pysäkin ohi pysähtymättä. Seuraavan linja-auton on kerättävä matkustajat kyytiinsä, mikä aiheuttaa viivytyksiä myös tälle autolle. Tällä tavoin matka-aikojen venyminen kertaantuu. Matkustajan kannalta epävarmuus linja-autoon mahtumisesta lisää matkustamisen epämukavuutta. Chengin (2010) mukaan joukkoliikenteen ruuhkautuneisuus onkin suurin ahdistusta aiheuttava asia joukkoliikenteen käytössä. Suuret matkustajamäärät kerralla saattavat ruuhkauttaa myös pysäkit ja asemat.

2.2.2 Vaikutukset tarjontaan

Joukkoliikenteen kysyntä määrittelee tarjonnan suuruutta. Optimaalinen kysyntä olisi mahdollisimman tasaista pitkin päivän ja yhtä suurta molempiin suuntiin linjalla. Tällöin joukkoliikenteen tarjonta voitaisiin mitoittaa vastaamaan kysyntää mahdollisimman hyvin, eikä ylitarjontaa, tai toisaalta ylikuormittumista, olisi. Kuten edellä kuitenkin todettiin, todellisuudessa kysyntä vaihtelee vuorokauden aikana paljon, joten joukkoliikenteen kuormitus on hyvin epätasaista. Tällöin joukkoliikenteen tarjontaa on tärkeää suunnitella tarkemmin. Walkerin (2012) mukaan vuorotarjonnan suunnittelulla on kaksi vaihtoehtoa. Tarjonta voidaan suunnitella vain ruuhkapiikin matkustustarpeet huomioiden tai koko päivän tarpeet huomioiden. Ensimmäinen näkökulma perustuu siihen, että vain ruuhka-aikaan voidaan tarjota kannattavaa liikennettä, joten muina aikoina ei tarjontaa ole juuri ollenkaan. Toinen näkökulma on palvelulähtöinen eli heikommasta kysynnästä huolimatta halutaan tarjota palvelua myös ruuhkapiikkien ulkopuolella. Kuvassa 2.4 on esitetty tarjonnan vaikutusta matkustuskuormitukseen edellä esitetyissä suunnittelutapauksissa.



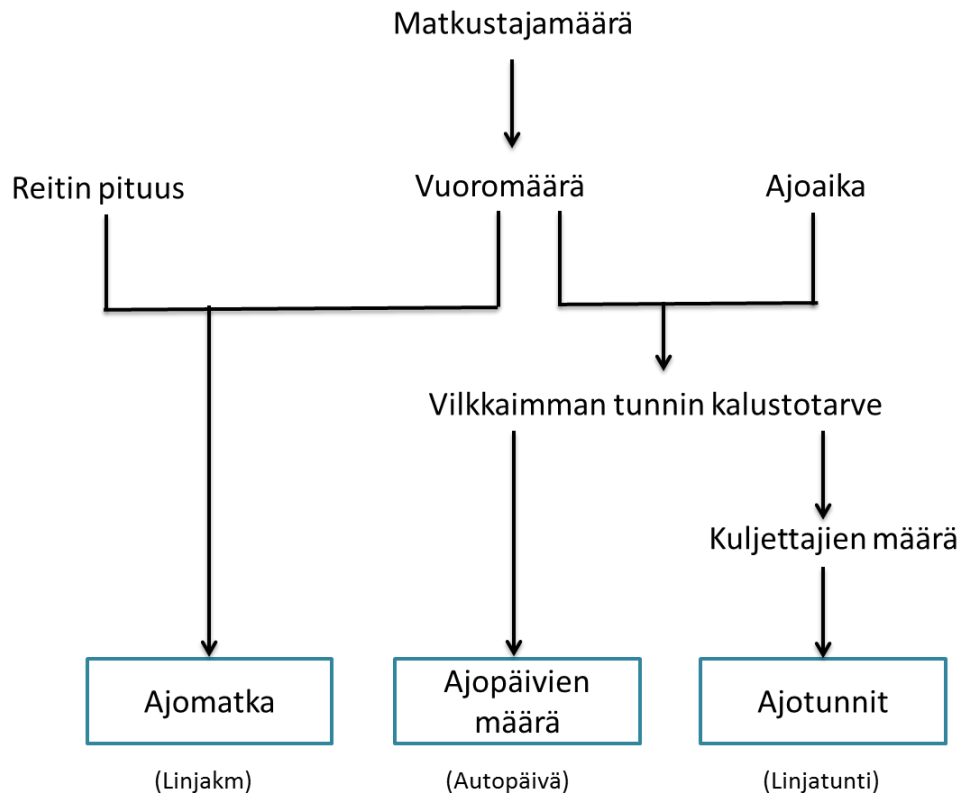
Kuva 2.4. Vuorotarjonnan vaikutus matkustajakuormitukseen.

Ruuhkapiikkien mukaan suunnittelu perustuu nykyisiin matkustajamääriin ja kysynnän tuntivaihteluun. Siinä tarjonta mitoitetetaan kysynnän mukaan. Palveluperusteisella suunnittelulla tarkoitetaan sitä, että tarjonta mitoitetetaan käyttäjien tarpeen mukaan. Palvelun on oltava käyttäjän näkökulmasta mahdollisimman helppokäyttöistä ja tiheävuorovälistä. Matkustajamäärät voivat keskipäivällä olla vain kolmasosan aamun ja iltapäivän piikkien matkustajamääristä, mikä tarkoittaisi, että samalla tarjonnalla kuormitusaste olisi hyvin alhainen. Sen takia vuorotarjontaa muutetaan kysynnän muuttuessa kellonajan mukaan.

Joukkoliikenteen suunnittelu lähtee liikkumistarpeista. Linjasto pyritään suunnittelemaan siten, että se vastaa mahdollisimman hyvin liikkumistarpeiden pääsuuntia. (Alku 2007, 56.) Joukkoliikenteen palvelutason kannalta oleellista on kuitenkin myös linjan vuoroväli ja tarjonta. Liikennöinnin suunnittelu lähtee olemassa olevasta linjastosta, matkustajamääristä sekä väylien asettamista reunaehdoista, kuten nopeusrajoituksista. Matkustajamäärissä on arki-, lauantai- ja sunnuntaipäivien välillä selvä ero, joten näille laaditaan omat aikataulut (Ojala & Pursula 1994, 119).

Tarjonnan määrää liikennöitsijän näkökulmasta kuvataan ajomatkan, ajopäivien määrän ja ajotuntien avulla. Kuva 2.5 esittää näiden tekijöiden muodostumista. Vuoromäärä riippuu matkustuskysynnästä ja kaluston koosta (Ojala & Pursula 1994, 119–120). Vuoromäärä vaikuttaa niin ajomatkään, ajotunteihin kuin ajopäivien määräänkin. Vilkkaimman

tunnin kalustotarve ja tätä kautta myös kuljettajien määrä määräytyy vuoromäärän ja ajonopeuden avulla. Nämä vaikuttavat ajopäivien ja ajotuntien määrään. Ajomatkaan vaikuttaa vuoromäärän lisäksi reitin pituus. (Alku 2007, 74.) Linja-autoilla hoidettavassa joukkoliikenteessä tarvittavien linja-autojen kokonaismäärä riippuu siis ruuhkapiikistä aamulla (vilkkain tunti), jolloin koululaiset ja työntekijät matkustavat saamaan aikaan kouluun ja töihin (Ljungberg 2009).



Kuva 2.5. Kustannustekijöiden muodostuminen (mukaillen Alku 2007, 74).

Joukkoliikennepalveluiden tuottamiselle asettavat reunaehdot muun muassa henkilöstön työaikoja koskevat määräykset, linjaston rakenne, kapasiteettitekijät sekä palvelutasovaatimukset. Nämä asettavat rajoitteita tuotannon optimoinnille. Ruuhkat kasvattavat kuljettajatarvetta, jolloin voidaan joutua käyttämään myös osa-aikaista työvoimaa. Työvoima- ja kalustotarve määräytyy aikataulusuunnittelun perusteella. Työvoima- ja kalusto ovatkin merkittävimmät kustannuserät joukkoliikenteen järjestämisen kannalta. (Ojala & Purusula 1994, 117–119.)

Suurin kysyntä kestää yleensä vain joitakin tunteja ja kalustotarve saattaa olla tällöin merkittävästi suurempi muuhun vuorokauteen nähden. Epätasaisen kysynnän seurauksena kalusto on vajaakäytöllä lähes koko vuorokauden, ruuhkatunteja lukuun ottamatta. (TTF 2010.) Pahimmassa tapauksessa kysyntä on ruuhkahuippujen ulkopuolella hyvin vähäistä, jolloin myös tarjonta minimoidaan. Tämä on haitallista joukkoliikenteen palvelutason kannalta, sillä haluttaessa tarjota joukkoliikenteellä mahdollisuus autoriippumattomalle elämäntavalle, on joukkoliikenteellä päästävä kulkemaan mihin aikaan tahansa. Jos

kysyntäpiikkien ulkopuolellakin on tarjontaa, parantaa se palvelutasoa merkittävästi. Tämän vuoksi kaupunkiseuduilla on yleensä käytössä palvelutasokriteerit, joiden perusteella on määritelty tavoitteellinen palvelutaso jokaiselle alueelle. Tavoitteellinen palvelutaso ohjaa tarjonnan suunnittelua. Palvelutasomäärittely ohjaa minimitarjonnan, jolla voidaan tarjota riittävä palvelutaso matkustajille.

2.2.3 Vaikutukset kustannuksiin

Joukkoliikenteen kustannukset määräytyvät kysynnän ja tarjonnan mukaan. Tarjonta määrää liikennöintikustannukset, mutta kysyntä määrää joukkoliikenteestä saatavat lipputulot ja tätä kautta todelliset kustannukset. Kysyntä ohjaa myös tarjonnan muodostumista. Kaupungille syntyvät joukkoliikenteen kustannukset muodostuvat menojen ja tulojen erotuksesta. Kustannukset ovat pienimmät silloin kuin tarjonta vastaa kysyntää. Olennaista kustannusten säästämässä ei ole niinkään pienentää kustannuksia mahdollisimman pieniksi vaan se että liikenteestä saatavat tulot (lipputulot) vastaisivat mahdollisimman hyvin siitä syntyviä kustannuksia. (Alku 2007.) Tasainen kysyntä mahdollistaisi liikenteen rahoittamisen yksinomaan lipputuloilla. Mitä pienempi ero keskivertokysynnän ja ruuhka-ajan kysynnän välillä on, sitä parempi (Bolland & Ashmore 2002).

Joukkoliikenteen kustannukset jaetaan liikennöintikustannuksiin ja väyläkustannuksiin. Väyläkustannukset ovat suhteellisen kiinteitä, vaikkakin liikennemäärät vaikuttavat ylläpidon kustannuksiin. Linja-autoliikenne käyttää useimmiten samoja väyliä ajoneuvoliikenteen kanssa, joten sen aiheuttamia väyläkustannuksia on vaikeampi arvioida. Ne ovat kuitenkin pienemmät kuin raideliikenteessä, joka vaatii suurempia investointeja. Pysäkit ja asemat ovat kuitenkin yksinomaan joukkoliikenteen kiinteitä väyläkustannuksia. Liikennöintikustannuksia ovat ajomatka-, ajoaika sekä autopäiväkustannukset. (Alku 2007, 74.)

Liikennettä tilataan liikennöitsijöiltä liikennöintikustannusten eli kilometri-, aika- ja pääomakustannusten mukaan. Alaluvussa 2.2.2 käsiteltiin autopäivien, ajomatkan ja ajoaikojen muodostumista. Yksikkökustannukset lasketaan näiden tekijöiden avulla, mutta ne pitävät sisällään myös liikennöitsijöiden liikevoiton. Yksikkökustannuksissa voi tapahtua suuriakin vaihteluita, sillä liikennöinnin kustannukset vaihtelevat pääte pisteiden sijainnin, linjan luonteen sekä pääte pisteiden sijainnin mukaan. Tärkeintä on kokonaiskorvaus, joka liikennöinnistä saadaan. (Karvonen 2012.) Kokonaiskustannukset lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

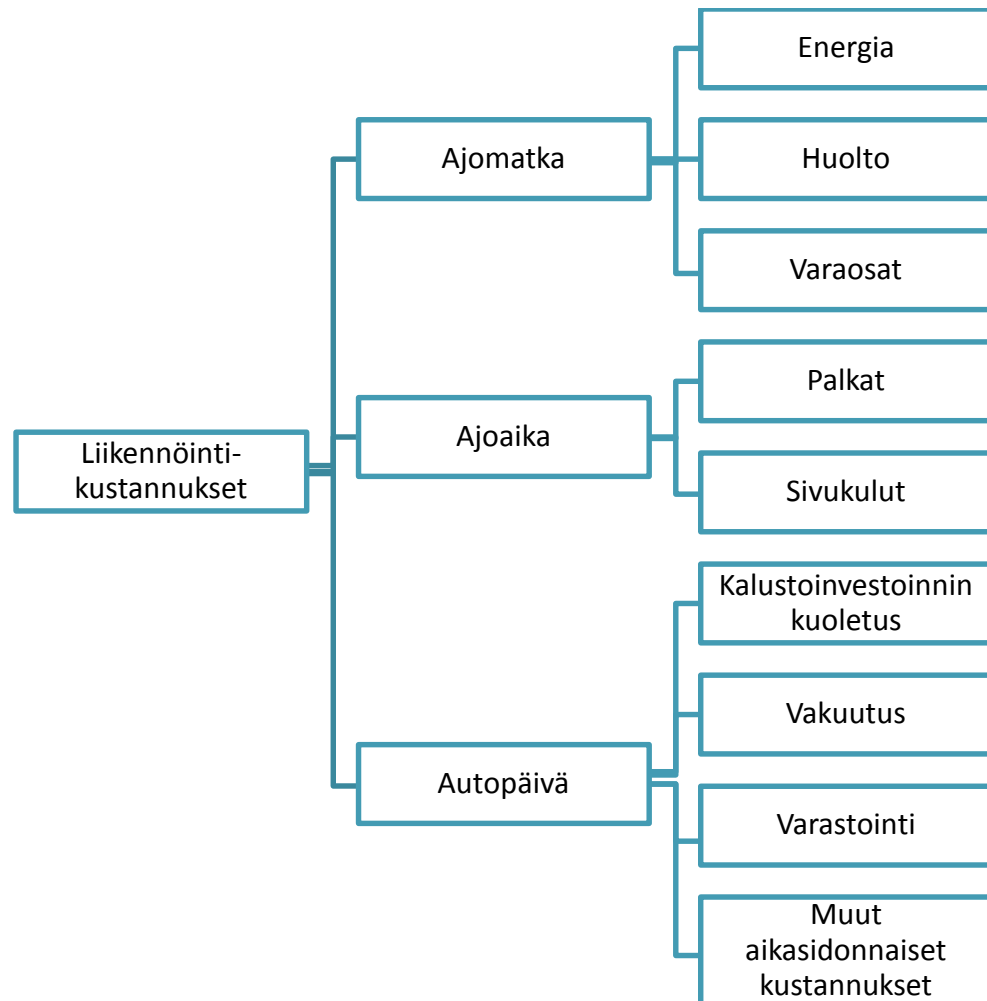
Kustannukset = autopäivät * (€/autopäivä) + linjakilometrit * (€/km) + ajotunnit * (€/tunti).

Kustannussäästöjä syntyy, kun jotain kustannustekijää voidaan pienentää. Autopäivän kustannus pysyy vakiona riippumatta siitä, kuinka paljon autolla ajetaan. Näin ollen eri-

laisilla autokierroilla kustannukset jakautuvat eri tekijöille eri tavalla. Lyhyillä autokierroilla autopäiväkustannusten osuus kokonaiskustannuksista on suurempi kuin koko päivän käytössä olevilla autoilla. Toisaalta taas ajotunteihin perustuvan kustannustekijän osuus kokonaiskustannuksista kasvaa, mitä pidempään auto on päivästä käytössä. Tarjonnan vaihteluiden takia kaupunkiseuduilla on paljon lyhyitä autokiertoja, joissa kalustosta syntyvä osuus kustannuksista on suuri. Suurimmat säästöt saadaan, kun vähennetään tarjontaa kokonaisen autokierron verran.

Liikennöintikustannuksia tarkastellaan siis ajomatkan, ajoajan ja auto-/vaunupäivän mukaan. Liikennöinnin kustannuslaskelmissa on käytettävä kaikkia näitä, sillä ne ovat toisistaan riippumattomia. Liikennöintikustannukset ovat muuttuvia kustannuksia. Ne eivät kuitenkaan muutu päivittäin, vaan ainoastaan linjareittejä ja aikatauluja muutettaessa. (Alku 2007.) Yksikköarvoista voidaan käyttää keskimääräisiä arvoja, mutta todellisuudessa kustannukset ovat riippuvaisia linjan luonteesta ja näin vaihtelevat eri linjojen välillä (Karvonen 2012).

Kuva 2.6 esittää eri kustannustekijöiden sisältöä. Autopäiväkustannus on linjalle vakiosuuruinen kustannus. Koko päivän ajossa olevalle autolle autopäiväkustannuksen osuus on pieni, mutta ruuhkavuorojen kohdalla jo merkittävämpi. Liikennöitsijän kannalta kilpailutuksessa sovitut yksikköarvot pysyvät vakiona koko sopimuskauden lukuun ottamatta säännöllisiä indeksikorotuksia. Kilometrikustannus sisältää ajomatkan mukaan muuttuvat tekijät. Linjatuntikustannus taas sisältää ajan mukaan muuttavat tekijät, kuten kuljettajien palkat.



Kuva 2.6. Liikennöintikustannukset (Ojala & Pursula 1994, 202–203).

Epätasaisen kysynnän seurauksena kalusto on vajaakäytöllä lähes koko vuorokauden, ruuhkatunteja lukuun ottamatta, ja seisoo varikolla tarpeettomana. Vähäisen kysynnän alueilla ongelmaksi muodostuu se, ettei liikennöintiä voida hoitaa ruuhkapiikin takia pienemmällä kalustolla. Tämä taas aiheuttaa sen, että muuna aikana tarjontaa ei ole välttämättä ollenkaan, sillä kysyntä on hyvin pientä eikä liikennöintiä ole järkevää hoitaa isolla kalustolla, tai liikennöinti on hyvin kallista. Myös kesäaikana, jolloin koululaisten aiheuttamaa ruuhkapiikkiä ei ole, tarjonta voi olla olematonta.

Ruuhkat lisäävät siis joukkoliikenteen pääomakustannuksia lisäämällä kalustotarvetta. Pääomakustannusten lisäksi ruuhkat lisäävät joukkoliikenteen kustannuksia vähentämällä ajonopeutta. Nopeuden hidastuessa palkkakustannusten osuus kilometriä kohti kasvaa. Muuttuvien kustannusten osuus on suurin linja-autoliikenteessä ja pienin junaliikenteessä (Alku 2007, 74). Muuttuvat kustannukset ovatkin linja-autoliikenteessä kiinteitä kustannuksia suurempi menoerä.

Hallinto-, kiinteistö- sekä huoneistomenoihin kuluu rahaa, mutta sen osuuden ei katsota vähentyvän vähentyneen tarjonnan seurauksena. Osuus/linja-auto kuitenkin kasvaa kalustotarpeen pienentyessä.

2.3 Matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavat tekijät

2.3.1 Liikkujan henkilökohtaiset ominaisuudet

Kysyntä ja matkustuskäyttäytyminen vaihtelevat monen tekijän, kuten matkan pituuden, matkan tarkoituksen, sukupuolen kuin iänkin mukaan, merkittävästi. Esimerkiksi naiset matkustavat joukkoliikenteellä miehiä enemmän, kun taas miehet käyttävät henkilöautoa huomattavasti naisia enemmän. Joukkoliikenteen suurin potentiaali on yli 2,5 kilometrin matkoilla, kun taas lyhemmillä matkoilla kävely ja pyöräily ovat merkittäviä kulkumuotoja. Pitkillä matkoilla joukkoliikenne kilpailee henkilöauton kanssa. (Liikennevirasto 2012.) Henkilöauton omistuksen onkin katsottu olevan eräs joukkoliikenteen kysyntään vaikuttava tekijä, sillä autollisissa talouksissa joukkoliikennettä käytetään lähinnä koulumatkoihin ja arkipäivän ostosmatkoihin (Balcombe et al. 2004). Joukkoliikenteen käyttäjistä suuri osa on sellaisia, joille se on ainut käytössä oleva kulkumuoto. Näitä ovat muun muassa koululaiset, opiskelijat ja työssäkäyvät. (Metsäranta et al. 2008.)

Yksittäisen ihmisen kohdalla matkustuskäyttäytyminen muuttuu jatkuvasti elämän aikana eri elämäntilanteissa. Erityisesti suuremmilla elämänmuutoksilla, kuten muutolla tai uudella työpaikalla on usein vaikutuksia matkustuskäyttäytymiseen (Balcombe et al. 2004). Muutokset voivat olla väliaikaisia tai pysyviä ja tapahtua nopeasti tai pitkällä aikajännteellä. Pidemmällä tähtäimellä muutokset ovat suurempia, eli ihmisen on helpompi muuttaa käyttäytymistään pitkän ajan kuluessa kuin lyhyellä tähtäimellä (Metsäranta et al. 2008).

Eri tekijöiden vaikutusta kysyntään voidaan tutkia joustoilla. Joustot kuvaavat sitä, kuinka paljon matkustuskäyttäytyminen muuttuu jonkin tekijän, esimerkiksi matkustamisen hinnan tai palvelutason, muuttuessa. Käytetyin joustoista on kysynnän hintajousto.

2.3.2 Matkustamisen hinta: kysynnän hintajousto

Litmanin (2004) mukaan tuotteen hinta vaikuttaa kuluttajan käyttäytymiseen. Alennukset lisäävät tuotteen houkuttelevuutta, kun taas hinnannousu voi saada kuluttajan joko vaihtamaan tuotetta tai käyttämään sitä vähemmän. Yleisesti ottaen, kun hinta nousee, kysyntä pienenee ja kun hinta laskee kysyntä kasvaa. Tätä kuvaa hyvin matkustamisen kysyntäkuvaaja (Kuva 2.7).



Kuva 2.7. Matkustuskysyntäkuvaaja (suomennettu lähteestä Litman 2013).

Hinnan muutokset vaikuttavat muun muassa matkustustiheyteen, reittiin, kulkumuotoon, kohteisiin ja aikataulutukseen. Erilaisilla matkoilla on erilainen arvo. Toiset ovat erittäin tärkeitä, kuten työmatkat, kun taas toiset vähemmän tärkeitä. Hinnan laskiessa tehdään enemmän huvimatkoja. (Litman 2013.)

Hintajousto selittää, kuinka monta prosenttia kysyntä muuttuu, kun hintaa muutetaan yhdellä prosentilla. Hintajousto voi saada niin positiivisia kuin negatiivisiakin arvoja. Yleensä hintajousto on negatiivista, eli hinnan nostaminen vähentää kysyntää. Pieni hintajousto (itseisarvo < 1) tarkoittaa, että kysyntä ei muutu prosentuaalisesti yhtä paljon kuin hinta, kun taas suuri hintajousto (itseisarvo > 1) muuttaa kysyntää suhteessa enemmän kuin hinta muuttuu. Esimerkiksi, jos joukkoliikenteen hintajousto olisi -0,5, tarkoittaisi se, että prosentin lisäys lipunhinnoissa saisi aikaan 0,5 prosentin vähenemisen matkustajamäärissä. Hintajouston arvolla -1 tarkoitetaan tilannetta, jossa hinnan nousu saa aikaan yhtä suuren prosentuaalisen kysynnän laskun. Vastaavasti, jos hintaa lasketaan matkustajamäärät lisääntyvät. Yleisesti voidaan olettaa, että kolmen prosentin hinnan lisäys vähentää matkustamista yhdellä prosentilla. Hintajousto ei kuitenkaan aina ole samanlaista molempiin suuntiin, vaan joissain tutkimuksissa on todettu, että hintojen nostaminen aiheuttaa suuremman muutoksen joukkoliikenteen käyttäjämäärissä kuin hintojen lasku. (Litman 2004.)

Hintajouston arvo ei ole sama jokaisella henkilöllä ja matkatyypillä. Joukkoliikenteestä riippuvaisten matkustajien hintajousto on pienempi, kun taas niiden, joille muun kulkumuodon käyttäminen on mahdollista, hintajousto on suurempi. Työ- ja koulumatkoilla on pienempi jousto kuin vapaa-ajanmatkoilla. Ruuhkapiikin ulkopuolella jousto on normaalisti 1,5-2 kertaa korkeampi kuin ruuhkapiikin jousto, johtuen siitä, että piikin matkat ovat yleensä työ- ja koulumatkoja. (Litman 2004.)

Taulukko 2.1. Suosituksia hintajouston arvoiksi (YTV 2003, Litman 2002 mukaan).

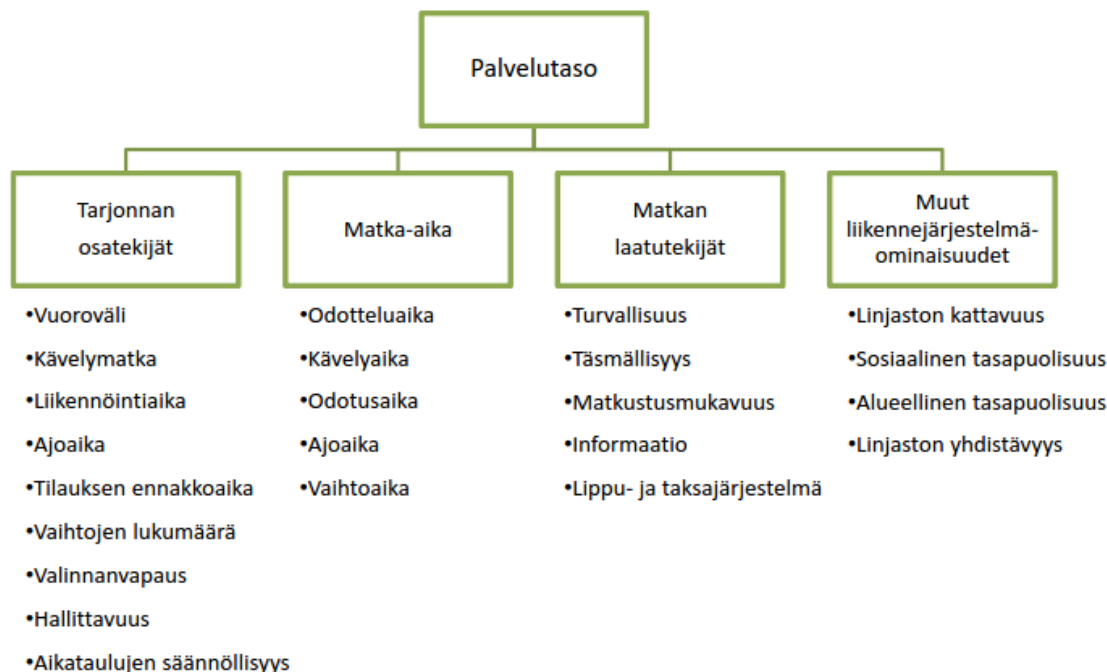
Jousto	Käyttöalue	Joustoarvo	
		lyhyt aikaväli	pitkä aikaväli
Joukkoliikenteen matkustajamäärän jousto suhteessa joukkoliikenteen lipun hintaan	yleinen	-0,2...-0,5	-0,6...-0,9
Joukkoliikenteen matkustajamäärän jousto suhteessa joukkoliikenteen lipun hintaan	ruuhka-aika	-0,15...-0,3	-0,4...-0,6
Joukkoliikenteen matkustajamäärän jousto suhteessa joukkoliikenteen lipun hintaan	ruuhka-ajan ulkopuolella	-0,3...-0,6	-0,8...-1,0
Henkilöautomatkojen jousto suhteessa joukkoliikenteen lipun hintaan	yleinen	0,03...0,1	0,15...0,3

Litmanin (2004) mukaan hintajousto voidaan lajitella lyhyen aikavälin joustoon (alle kaksi vuotta), keskipitkän aikavälin joustoon (viiden vuoden sisällä) sekä pitkän aikavälin joustoon (yli viisi vuotta). Joustot pidemmällä aikavälillä ovat suuremmat, sillä hintojen muutokset vaikuttavat kuluttajien pitkän aikavälin päätöksentekoon. Pitkän aikavälin joustot voivat olla jopa 2 tai 3 kertaa lyhyen aikavälin joustoja suurempia. Taulukko 2.1 esittää suositukset hintajousten arvoiksi eri tilanteissa.

2.3.3 Palvelutaso

Palvelutasotekijät vaikuttavat matkustuskäyttäytymiseen. Palvelutason muodostuminen on esitetty kuvassa 2.8. Kuvan mukaan palvelutaso muodostuu tarjonnasta, matka-ajasta, matkan laadusta sekä muista liikennejärjestelmän ominaisuuksista, kuten linjaston kattavuudesta.

Eri matkustajaryhmät arvostavat erilaisia palvelutasotekijöitä. Arvostus riippuu myös alueesta ja matkustajan henkilökohtaisista ominaisuuksista. Vaihteluun vaikuttavat muun muassa joukkoliikennetyyppi, olosuhteet ja henkilökohtaiset arvostukset. Joillekin matkustajille matkustamisen nopeus on tärkeää, kun taas toisille vaihdottomuus. Paikallisliikenteessä vuoroväli ja maksujärjestelmä ovat tärkeitä palvelutasokriteereitä. (Metsäranta et al. 2008.)



Kuva 2.8. Palvelutason osatekijät (Lehto 2012, lähteestä: Pesonen et al. 2006)

Joukkoliikenneviranomaisen lakisääteinen tehtävä on määritellä joukkoliikenteen palvelutasotavoitteet toimivalta-alueellaan. Palvelutasomäärittely ohjaa liikennetarjonnan suunnittelua silloin, kun joukkoliikenne järjestetään EU:n palvelusopimusasetuksen mukaisesti. (Tampereen kaupunki 2011.) Palvelutasomäärittelyllä pyritään määrittelemään, minkä tasoista joukkoliikennettä millekin alueelle halutaan tarjota. Palvelutasotekijöitä ovat muun muassa liikennöinti-aika, vuoroväli ja kävelyetäisyys pysäkillä. (Lehto 2012.)

Tulevaisuudessa erityisesti harvaan asutuilla alueilla tullaan joukkoliikenteen kanssa törmäämään ongelmiin palvelutason kanssa. Joukkoliikennevuoroja harvaanasutuilla alueilla vähennetään, jolloin palvelutaso huonontuu väistämättä. Tämä aiheuttaa tarpeen korvaaville kuljetuksille, mikä näkyy yhteiskunnan tukemien henkilöliikenteen kustannusten nousuna. (Mansikkamäki 2014.)

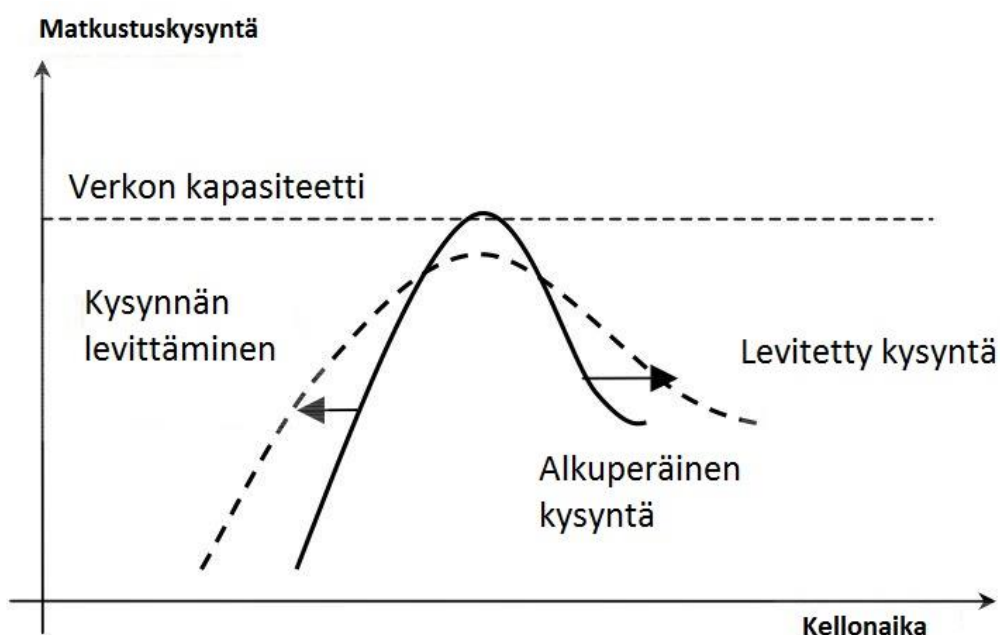
2.4 Kysynnän vaihteluihin vaikuttamisen keinot

2.4.1 Liikenteen kysynnän hallinta

Liikenteen kysynnän hallinnalla tarkoitetaan menetelmiä, joilla pyritään vaikuttamaan ihmisten matkustuskäyttäytymiseen liikennejärjestelmän tehokkuuden parantamiseksi (TDM 2014). Joukkoliikenteen tapauksessa vaikuttamiskeinot ovat rajoitetummat kuin henkilöautoliikenteessä, sillä matkustajien siirtyminen joukkoliikenteen käyttäjistä henkilöauton käyttäjiksi halutaan välttää. Tällöin vaihtoehdoiksi jää ohjata matkustajia kävelemään tai pyöräilemään tai pyrkiä vaikuttamaan siihen, milloin ja millaisia matkoja ihmiset matkustavat.

Vaihtelevaan kysyntään voidaan vastata joko lisäämällä tarjontaa silloin, kun sitä tarvitaan tai tasaamalla kysyntää. Kapasiteetin lisääminen joko uudella kalustolla tai uudella infrastruktuurilla, on perinteinen mutta kallis, vaikea ja hidas tapa ylikuormittumisen säätelyyn (Currie 2011). Kun kysyntä vaihtelee tunneittain, kapasiteetin lisääminen lisää vain kustannuksia tuomatta kuitenkaan helpotusta kysynnän epätasaisuuteen. Kysynnän kausivaihteluihin taas vastataan usein muuttamalla tarjontaa, esimerkiksi erillisillä talvi- ja kesäaikatauluilla. Koulujen ja työpaikkojen kesälomien aikaan joukkoliikenteen kysyntä on huomattavasti pienempää, joten tarjonnan vähentäminen on kannattavaa (Ojala & Pursula 1994). Sama koskee viikonloppuliikennettä, jolloin työmatkaliikenne on huomattavasti vähäisempää.

Kysynnän tasaamisella (Kuva 2.9) tarkoitetaan Bolland & Ashmoren (2002) mukaan ilmiötä, jossa aiemmin hyvin lyhyelle ajankohdalle sijoittunut kysyntä levittyy laajemmalle ajanjaksolle. Seurauksena on pidempi ruuhkajakso, mutta yksittäinen piikki on pienempi. Kysyntää voidaan levittää aktiivisesti tai leviäminen voi olla passiivista. Passiivinen leviäminen johtuu liikenneverkon ruuhkautumisesta niin pahasti, että matka-ajat pitenevät ja niihin on varattava entistä enemmän aikaa, jolloin myös koko verkko on ruuhkautunut pidemmän ajanjakson. Näin käy yleensä silloin kun kapasiteettia ei voida lisätä. Aktiivisessa leviämisessä matkustaja itse päättää muuttaa matkustusaikaansa niin, ettei hänen tarvitse matkustaa pahimmassa ruuhkapiikissä. Aktiivisen levittämisen mahdollisuudet ovat rajalliset, sillä työt ja koulut alkavat usein samaan aikaan. Kuva 2.9 esittää, millä tavoin kysyntäpiikki muuttuu levittämisen ansiosta.



Kuva 2.9. Kysyntäpiikin levittäminen (suomennettu lähteestä: Holyoak 2007).

Kysynnän tasaaminen pidemmälle ajanjaksolle vähentää piikin aikana liikennevälineiden ylikuormittumista ja mahdollistaa kapasiteetin paremman hyödyntämisen (Currie 2011).

Linja-autoliikenteessä se myös vähentää tarvittavien linja-autojen kokonaismäärää, joka määräytyy vilkkaimman tunnin matkustajamäärän mukaan. Kuormituksen tasaaminen näkyy matkustusmukavuuden lisääntymisenä, nopeutuvina matka-aikoina, pienempinä ruuhkina sekä mahdollisesti palvelutason paranemisena.

Kysyntää voidaan levittää kannustamalla ihmisiä vaihtamaan matkustusajankohtaansa. Tämä onnistuu muun muassa hinnoittelun sekä joustavien tai porrastettujen työaikojen keinoin. Lisäksi matkustajia voidaan rohkaista muiden liikkumismuotojen käyttäjäksi, kuten kävelemään tai pyöräilemään. Tässä on riskinä, että myös autoilu lisääntyy. Mitkään näistä toimenpiteistä eivät ole helppoja toteuttaa, sillä hintojen nostaminen herättää vastalauseita ja yritykset eivät välttämättä ole halukkaita joustaviin työaikoihin. (TTF 2010.) Yhdyskuntarakenteen suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi liikenteen suuntautumiseen. Hajautuneessa kaupunkirakenteessa liikenteelle on kysyntää molempiin suuntiin. Tällöin joukkoliikenteen kulut ovat puolta pienemmät ja sama tuotto voidaan saada puolta pienemmällä matkustajamäärällä yhteen suuntaan. (Alku 2007, 82.)

On liikennöitsijöiden ja liikenteen tilaajien etu, että kysyntä on mahdollisimman tasaista pitkin päivän. Kysyntäpiikit määräävät kapasiteetin, jonka liikennöitsijä tarvitsee. Kysyntäpiikkien ulkopuolella kalusto on heikosti käytössä. Tasainen kysyntä mahdollistaa suuremman tehokkuuden. Ruuhkapiikkien pienentäminen on kuitenkin haastavaa, sillä suurin osa ruuhka-aikaan matkustavista on työ-, koulu- tai opiskelumatkalla eikä juurikaan voi vaikuttaa matkustusajankohtaansa. Useassa paikassa maailmalla kysyntäpiikin aikaan joukkoliikennevälineet ovat ylikuormittuneet. Usein joukkoliikenneviranomaiset keskittyvät lisäämään tarjontaa vastaamaan kysyntää, mutta vain paria tuntia varten päivässä kohdistuvat sijoitukset ovat epätehokkaita. Hinnoittelun on nähty olevan tehokas tapa kysynnän hallitsemiseen. (Charles & Tavassoli 2013.)

2.4.2 Hinnoittelu

Joukkoliikenteen kysyntään voidaan vaikuttaa hinnoittelulla. Hinnoittelulla pyritään ohjamaan ihmisten matkustuskäyttäytymistä siten, että ne joilla on mahdollisuus liikkua ruuhka-aikojen ulkopuolella, matkustaisivat silloin. Hinnoittelulla lisätään hintaeroa piikin ja piikin ulkopuolella matkustamisen välille (TTF 2010) ja näin motivoidaan matkustajia muuttamaan matkustuskäyttäytymistään joko palkitsemalla heitä heidän matkustessaan ruuhka-ajan ulkopuolella tai rankaisemalla ruuhka-aikaan matkustamista. Yleisesti voidaan sanoa, että kun lippujen hinnat nousevat, matkustajat vähenevät (Balcombe et al. 2004). Tämän takia hinnoittelun suuri riski on, että hintojen kasvaessa liikaa matkustajat siirtyvät henkilöauton käyttäjiksi, mikä lisää liikenne-ruuhkia kaupunkialueilla. Hinnoittelu kysyntään vaikuttamisen keinona on yleinen erityisesti raideliikenteessä, jossa kapasiteetti on rajoitettu ja ylikuormittuminen rajoittaa matkustajamääriä.

Hinnoittelu on yksi tutkituimmista ja käytetyimmistä keinoista kysyntään vaikuttamiseen. Hintojen merkitystä matkustuskysyntään vaikuttamisessa on tutkittu paljon, mutta

yleensä on tutkittu hintojen alentamista eikä ilmaisen matkustamisen mahdollisuutta. (Currie 2011.) Hinnoittelu voi toimia kysynnän ohjaamisen keinona silloin, kun kysynnästä suuri osa johtuu työmatkaliikenteestä sekä muusta joustavasta liikenteestä. Koulujen kiinteät alkamisajat eivät mahdollista joustavaa matkustamista ilman, että odottelut koululla venyisivät pitkiksi. Hinnoittelu toimii pääasiassa niiden matkustajien ohjaamiskeinona, joilla on joustavat työajat tai muuten liikkuminen tapahtuu ilman kiinteitä aikatauluja, kuten esimerkiksi eläkeläisillä. Työssäkäyvien ja eläkeläisten matkustuskäyttämiseen voidaan vaikuttaa siis vaikuttamalla matkustamisen hintaa tai palvelutasoon.

Esimerkiksi Lontoon maanalainen ja lähijunaliikenne käyttävät ruuhkatunteina korkeampia hintoja. Korkeampi hinnoittelu on voimassa arkisin 6.30–9.30 ja 16.00–19.00 tehdyillä arvokortilla maksetuilla matkoilla. Linja-auto- ja raitiotieliikenteessä hinnat pysyvät samoina koko päivän riippumatta siitä, mihin aikaan matkustaa. (TfL 2015.) Korkeampi hinta on käytössä kolme tuntia sekä aamulla että iltapäivällä, joten on epätodennäköistä, että työmatkan ajankohtaa monikaan pystyy siirtämään näin paljon. Tällöin hinnoittelun ohjaava vaikutus ohjautuu lähinnä niihin matkustajiin, jotka eivät tee työ- tai koulumatkojaan. Samankaltainen ohjausvaikutus on Tampereen kaupunkiseudulla käytössä olevalla eläkeläisten alennusjärjestelmällä, joka oikeuttaa yli 64-vuotiaat matkustamaan puoleen hintaan arkipäivisin kello 9–14. Alennus koskee Tampereen ja Pirkkalan kuntalaisia, jotka matkustavat vyöhykkeellä 1 (Tampereen joukkoliikenne 2015).

Australiassa, Melbournessa, on tehty tutkimus ihmisten houkuttelemisesta liikkumaan aikaisemmin sekä ilmaisen matkustamisen (Currie 2011) että alennettujen hintojen avulla (Webb et al. 2010). Molemmat tutkimuksista koskivat rautatieliikennettä. Molempien tutkimusten mukaan alennukset ja ilmainen matkustaminen houkuttelevat osan matkustajista muuttamaan matkustustottumuksiaan. Currien (2011) mukaan ilmaisen lipun ansiosta junien kuormitus ennen seitsemää lisääntyi noin 41 prosenttia. Ne jotka vaihtoivat käyttämään ilmaisia lippuja, vaihtoivat matkustusaikaansa keskimäärin 42 minuuttia aikaisemmaksi.

Toisen tutkimuksen mukaan noin puolet junamatkustajista olisi valmiita matkustamaan aikaisemmin, jos saisivat alennusta. Myöhemmin aamulla olisi valmiita matkustamaan 20 prosenttia matkustajista. Merkittävä este useilla olisi, ettei työaika mahdollista joustavuutta. Osa olisi valmiita vaihtamaan myös matkustusaikaa iltapäivällä, 34 prosenttia aikaisemmin ja 38 prosenttia myöhemmin. Ihmiset vaihtaisivat matkustusajankohtaa keskimäärin 30 minuuttia. (Webb et al. 2010.)

Tutkimuksen mukaan 10 prosentin hinnan lisäys ruuhkapiikin aikana siirtäisi noin 7 prosenttia matkustajista pois ruuhkapiikistä. 20 prosentin hinnan lisäys aiheuttaisi 13 prosentin laskun ruuhkapiikin matkustajamäärissä. Suurin osa niistä, jotka siirtyisivät matkustamaan muuna ajankohtana, matkustaisi ruuhkahuipun reunoilla. Sama pätee niihin, jotka vaihtaisivat matkustusajankohtaa hinnan laskun seurauksena. 10 prosentin hinnan lasku

ruuhkapiikin ulkopuolella saisi 6 prosenttia liikkumaan eri aikaan. Molempia hinnoittelukeinoja käyttämällä 10 prosentin hinnan muutos sekä piikissä että sen ulkopuolella saisi 12 prosenttia matkustajista muuttamaan matkustusajankohtaa. (Webb et al. 2010.)

2.4.3 Koulu- ja työaikoihin vaikuttaminen

Matkustusaikoja työssäkäyvien keskuudessa voidaan muuttaa kolmella tavalla: lisäämällä joustavien työaikojen käyttöä, toteuttamalla työaikojen porrastuksia tai lyhentämällä työviikkoa tekemällä pidempiä työpäiviä toisina päivinä ja pitämällä vapaata toisina päivinä. Joustavat työajat tarkoittavat, että työntekijöillä on mahdollisuus päättää vapaasti milloin tulee töihin ja milloin lähtee töistä. Työaikaa voi vaihdella päivittäin. Usein työnantajat asettavat rajoituksia, mihin aikaan päivästä työntekijöiden on oltava paikalla. Porrastetut työajat tarkoittavat sitä, että työajat on porrastettu työntekijöiden kesken siten, ettei niitä voi vaihdella päivittäin. Tiivistetty työviikko tarkoittaa tilannetta, jossa työntekijät voivat tehdä pitempiä päiviä, mutta vastineeksi vähemmän päiviä viikossa. Tämä tarkoittaa yleensä sitä, että työntekijät tulevat töihin aikaisemmin ja lähtevät myöhemmin. (TTF 2010.)

Kouluaikojen porrastuksen tutkiminen on työaikojen porrastusta helpompaa, sillä työnantajien saaminen mukaan kokeiluun voi olla haastavaa. Työaikojen porrastusta vaikeuttava tekijä on muun muassa perheellisyys, sillä lasten päivähoito voi rajoittaa mahdollisuuksia joustaa työajoissa. Lisäksi vain ruuhka-aikana ajettavat pikavuorot voivat estää vaihtamasta matkustusajankohtaa pidentyvien matka-aikojen takia.

Taivaisen (1981, 57–58) mukaan porrastamista suunniteltaessa ratkaisun tulee tasoittaa aamun ruuhkapiikkiä, mieluiten niin, että kysyntä tasoittuu kahden tai kolmen tunnin aikajaksolle. Porrastustarve on suurin keskustan suuntaan aamulla, joten kouluaikojen muutosten tulee tapahtua sekä nykyisiä aikoja aikaisemmiksi että myöhäisemmiksi, jotta kysyntä saadaan tasaiseksi molemmin puolin nykyistä ruuhkapiikkiä. Toimenpiteet tulee kohdentaa kuormitetuimmille linjoille, sillä vähäisen kysynnän linjoilla tarjonnan tasoittaminen voi huonontaa palvelutasoa pidentämällä vuorovälejä. Porrastamisen vaikutuksia on tutkittava laajasti koko verkon kannalta, ettei porrastus aiheuta ruuhkaa toisilla linjoilla tai toisena ajankohtana. Erityisesti jos alkamisaikoja porrastetaan myöhäisemmiksi, on tutkittava vaikutuksia iltapäiväruuhkaan.

Keinoja kouluaikojen porrastukseen ovat kouluvuoden pidentäminen, koulutustasoinen porrastus sekä yksityiskohtainen lähestymistapa kouluittain, alueittain ja linjoittain. Kouluvuoden pidentäminen, jolloin koulupäivät olisivat lyhempiä, ei ole mahdollista paikallisella tasolla. Koulutustasoinen porrastus, jossa saman tason oppilaat ja opiskelijat aloittaisivat samanaikaisesti, ei huomioi riittävästi eri koulujen liikenteellisiä erityispiirteitä. Lisäksi tämä on vaikeaa niissä lukioissa ja yläkouluissa, jotka toimivat samassa koulukennuksessa. Yksityiskohtainen lähestymistapa kouluittain, alueittain ja linjoittain mah-

dollistaa vaikutusten tarkastelun tarkemmin ja toiminnan todellisen liikennetilanteen mukaan. Toisaalta koulujen kannalta rajoittavina tekijöinä saattavat olla opetustilojen riittämättömyys sekä eri koulujen yhteiset opettajat. (Taivainen 1981, 58–60.)

Porrastettujen työ- ja kouluaikojen kokeilusta on saatavilla vain vähän tutkimustietoa. Tampereella tehtiin vuonna 1981 tutkimus (Taivainen 1981), jossa tutkittiin porrastamisen mahdollisuuksia. Tämän jälkeen tilanne sekä koulujen sijoittumisen että työaikojen suhteen on kuitenkin muuttunut. Myös Ruotsissa on toteutettu tutkimus (Ljungberg 2009), jossa tutkittiin porrastuksella saavutettavia säästöjä. Lisäksi tutkimuksessa tutkittiin sekä oppilaiden, opettajien että rehtoreiden mielipiteitä erilaisista porrastusvaihtoehdoista. Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena.

Tutkimuksessa esiteltiin kaksi erilaista porrastusvaihtoehtoa. Toisessa vaihtoehdossa kolmasosa oppilaista aloitti koulun puoli tuntia aikaisemmin ja kolmasosa puoli tuntia myöhemmin. Kolmasosa aloitti samaan aikaan kuin ennenkin. Aloitusajat vaihtelivat päivittäin. Kyseisellä vaihtoehdolla saatiin tulokseksi, että yhden linjan busseista voidaan säästää puolet porrastuksen ansiosta. Koko verkolla säästö olisi 18 linja-autoa, mutta jos halutaan säilyttää nykyinen palvelutaso, 13 linja-autoa. Lisäksi liikennöinnistä johtuvista syistä, todellisuudessa vähennys olisi 8 linja-autoa. (Ljungberg 2009.)

Toisessa vaihtoehdossa porrastus toteutettiin siten, että puolet oppilaista tulisi kouluun tuntia myöhemmin. Tällä porrastusvaihtoehdolla saataisiin myös vähennyksiä tarvittavien linja-autojen määrässä, taas jopa enemmän kuin palvelutaso antaa myöden. Tästä syystä tässäkin vaihtoehdossa linja-autoja tarvittaisiin 8 vähemmän ja lisäksi viittä vuokrattua linja-autoa ei enää tarvittaisi. (Ljungberg 2009.)

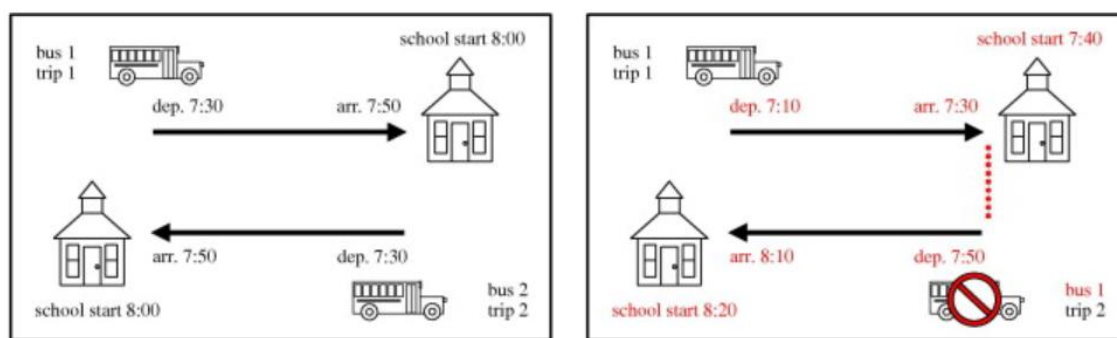
Oppilaiden asenne tuntia myöhäisempiin koulupäiviin oli negatiivinen. Noin 70 prosenttia oppilaista ei tahtois aloittaa koulupäiväänsä tuntia myöhemmin. Pääsyy vastustukseen oli se, että vapaa-aika illalla lyhentyisi. Toisaalta ne, jotka olivat muutoksen kannalla (15 % oppilaista) ilmoittivat, että tahtoisivat nukkua pidempään ja olla ajoissa koulussa. Yhdessä koulussa kysyttiin oppilaiden mielipidettä siitä, että aloitusajat olisi porrastettu. Noin 74 prosenttia vastaajista vastusti tätä. Pääsyy oli se, että he eivät halunneet herätä aikaisemmin. Porrastamalla puolet oppilaista tuntia myöhäisemmäksi vaikutetaan myös vapaa-ajan harrastuksiin koulun jälkeen. (Ljungberg 2009.)

Yli puolet haastatelluista opettajista näki tunnin myöhäisemmät kouluajat hyvänä asiana, sillä oppilaat, etenkin ylemmillä luokilla ovat väsyneitä aamuisin. Toisaalta ne, jotka olivat porrastuksia vastaan, olivat sitä mieltä, että iltapäivällä oppilaat olisivat väsyneempiä, jos porrastukset toteutettaisiin. Porrastetut kouluajat (puolen tunnin porrastuksilla) nähtiin hyvinä, sillä vaikutus olisi pieni. (Ljungberg 2009.) Rehtorit näkivät porrastamisen heidän työtään vaikeuttavana tekijänä. Se toisi yhden rajoitteen lisää nykyisten rajoitteiden (luokkahuoneet ja opettajat) lisäksi. (Ljungberg 2009.)

Tampereella vuonna 1981 tehty diplomityö (Taivainen 1981) tarkasteli koulujen alkamis-aikojen porrastusta ruuhkapiikin lievittämiseksi. Tutkimuksessa esitettiin 15–30 minuutin muutoksia yhden ala-asteen, seitsemän yläasteen, viiden lukion, kahden ammattikoulun, ammatillisen kurssikeskuksen sekä teknillisen oppilaitoksen alkamisajoissa. Ennen tutkimusta koulupäivä lähes kaikissa Tampereen kouluissa alkoi 7.50–8.00. Tutkimuksessa arvioitiin, että esitetyn porrastuksen ansiosta ruuhkavuorojen ajosuoritetta voitaisiin vähentää n. 250 kilometriä 190 päivänä vuodessa, mikä tarkoittaisi 8,3 prosenttia aamupäivän ja 4,9 prosenttia koko päivän ajosuoritteesta. Säästöt olisivat 342 000–421 000 markkaa vuodessa. Taivainen toteaa, että aamupäivän porrastus vaikeuttaa iltapäiväruuhkan hoitamista. Lisäksi hän toteaa, että pelkkä kouluaikojen porrastaminen ei tasaa ruuhka-hippuja tarpeeksi, vaan sen tulisi olla osa laajempaa työaikojen porrastusta.

Taivaisen diplomityön jälkeen useat työpaikat ovat siirtyneet joustaviin työaikoihin, mikä mahdollistaa kysynnän levittymisen laajemmalle ajanjaksolle. Tämä on ehkä hieman loiventanut pahinta piikkiä.

Ongelma näyttäytyy hieman toisenlaisena harvaan asutuilla alueilla, joissa joukkoliikenteen suurin käyttäjäryhmä on koululaiset. Harvaan asutuilla alueilla myös koulumatkat voivat helposti olla pidempiä kuin kaupunkialueilla ja useampi oppilas tekee koulumatkansa linja-autolla. Ongelmia on siinä, miten oppilaiden noutaminen kotoa tai pysäkiltä hoidetaan ja siinä, kuinka kauan he joutuvat odottamaan koululla ennen koulun alkamista. Saksassa on tutkittu (Fügenschuh 2009), voitaisiinko kustannuksissa säästää koulujen porrastamisella ja julkisen liikenteen suunnittelulla porrastusta tukevaksi. Käyttämällä optimointia julkiseen liikenteen aikatauluihin ja reitteihin sekä koulujen alkamisaikoihin, saavutettaisiin jopa 10–25 prosentin vähennys tarvittavissa busseissa, joka tarkoittaisi käsitellyssä tapauksessa 5–50 bussia. (Fügenschuh 2009.) Kuvassa 2.10 on esitetty koulujen alkamisaikojen porrastusesimerkki Saksan tapauksessa.



Kuva 2.10. Koulujen työaikojen porrastus maaseudulla (Fügenschuh 2009).

Kouluaikojen porrastaminen edellyttää tietoa joukkoliikenteen matkustajakuormituksesta eri kellonaikoina. Lisäksi on tiedettävä joukkoliikenteellä liikkuvien oppilaiden määrä kouluittain sekä millä linjoilla liikkuminen tapahtuu. Toimenpiteet kannattaa kohdistaa linjoille, joilla kysynnän vaihtelut ovat suurimpia, jottei palvelutasoa huononnettaisi heikkomman kysynnän alueilla liikaa. Porrastamisen onnistumisen kannalta oleellista on

myös tieto siitä, mikä on oppilaiden osuus kysyntäpiikkien matkustajista. Jos esimerkiksi työmatkaliikenne onkin koulumatkaliikennettä merkittävämpi kysynnän aiheuttaja, toimenpiteet tulisi ohjata ennemmin siihen.

3. KYSYNNÄN VAIHTELUT TAMPEREEN KAUPUNKISEUDULLA

3.1 Joukkoliikenne Tampereen kaupunkiseudulla

Tampereen kaupunki on vuodesta 2011 toiminut toimivaltaisena joukkoliikenneviranomaisena Tampereen kaupunkiseudulla EU:n palvelusopimusasetuksen ja kansallisen joukkoliikennelain mukaisesti. Kuntarajat ylittävän yhteistoiminnan tarkoituksena on kehittää ja koordinoida joukkoliikenteen järjestämistä, jotta palvelutaso paranee ja kustannukset olisivat mahdollisimman pienet. Päätöksenteosta joukkoliikenneasioissa vastaa Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikennelautakunta, johon kuuluu 14 jäsentä. (Tampereen joukkoliikenne 2014.)

Tampereen joukkoliikenne on Tampereen kaupungin alaisuudessa toimiva joukkoliikenneyksikkö. Se vastaa Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteen järjestämisestä toimien joukkoliikenteen tilaajana, joka huolehtii joukkoliikenteen suunnittelusta, tilaamisesta, lippujen myynnistä sekä tukipalveluista. Tampereen joukkoliikenteen toiminta-alueeseen kuuluu Tampereen lisäksi Kangasalan, Lempäälän, Nokian, Oriveden, Pirkkalan, Vesilahden sekä Ylöjärven kunnat. (Tampereen joukkoliikenne 2014.)

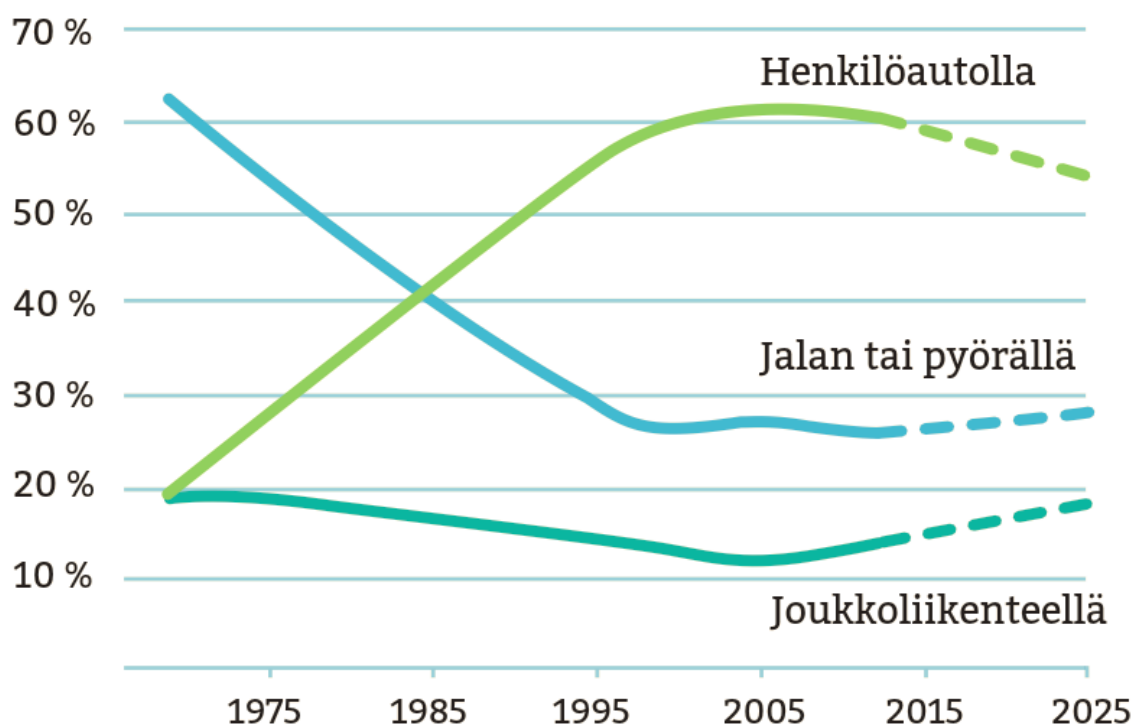
Tampereen joukkoliikenne hoitaa liikennöinnin tilaamisen pääosin tarjouskilpailulla. Liikenteen hankinnassa käytetään niin kutsuttua bruttomallia, joka tarkoittaa, että kustannusvastuu on toimivaltaisella viranomaisella ja liikennöitsijät hoitavat sovittujen linjojen liikennöinnin sovitulla hinnalla (Liikennevirasto 2013, 18). Toisaalta myös lipputulot tulevat kaupungille. Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenne hoidetaan pääasiassa linja-autoliikenteenä. Osa seutuliikenteestä Nokialle ja Lempäälään hoidetaan junaliikenteenä yhteistyössä VR:n kanssa. Tulevaisuudessa Tampereelle tulee mahdollisesti myös raitiotie.

Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteessä tapahtui merkittävä muutos kesällä 2014. Siirtymäajan liikennöintisopimukset Pirkkalassa, Lempäälässä, Nokialla, Kangasalla ja Vesilahdella päättyivät pääosin kesäkuun lopussa, joten 30.6.2014 alkaen Tampereen joukkoliikenne on vastannut näiden kuntien joukkoliikenteen tilaamisesta. Muutoksen takia myös matkustajamäärien tilastointi muuttui. Ennen muutosta tilastoitiin vain Tampereen kaupungin sisäistä joukkoliikennettä, kun taas muutoksen jälkeen mukana on myös edellä mainittujen naapurikuntien liikenne. Tästä syystä ilmoitettu matkustajamäärä vuodelta 2014 ei anna täysin oikeaa kuvaa koko vuoden matkustajamääristä kaupunkiseudulla. Siitä puuttuu alkuvuoden liikenne muiden kuntien alueella sekä Ylöjärven ja Oriveden liikenne, joissa siirtymäajan liikennöintisopimukset ovat vielä voimassa.

Joukkoliikenteen matkustajamääristä saadaan tietoa niin linjoittain, lähdeittäin kuin pysäkeittäinkin joukkoliikenteen maksujärjestelmän kautta. Järjestelmä kerää tietoa kyytiin nousevista matkustajista matkakorttien tai myytyjen kertalippujen avulla. Järjestelmästä ei kuitenkaan saada tietoa siitä, millä pysäkillä matkustajat poistuvat kyydistä. Tämän vuoksi tietoa linjojen todellisesta matkustajakuormituksesta reitin varrella ei ole saatavilla. Lyhyillä linjoilla, joilla matkustajat tulevat kyytiin pääosin linjan ensimmäisiltä pysäkeiltä ja poistuvat viimeisillä pysäkeillä, pelkät nousijamäärät antavat riittävän kuvan joukkoliikennevälineiden kuormituksesta. Pitkien heilurilinjojen kuormituksen tutkiminen on vaikeampaa. Poistuvien matkustajien määrää voidaan tarvittaessa tutkia esimerkiksi käsinlaskennoilla linja-autossa. Tämä vie kuitenkin aikaa, sillä luotettavan tuloksen saamiseksi tarvitaan useita laskentoja.

Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteen matkustajamäärä (nousua per vuosi) yhteistariffiliikenteessä vuonna 2014 oli 33 125 988 matkustajaa. Tampereen kaupungin alueella matkustajamäärä laski vuonna 2014 hieman alle prosentin edelliseen vuoteen verrattuna, vaikka edeltävinä vuosina matkustajamäärät ovatkin olleet nousussa. (Tampereen joukkoliikenne 2014.) Vuodesta 1969 matkustajamäärät ovat laskeneet. Vuonna 1969 joukkoliikenteen matkustajamäärä Tampereen kaupunkiseudulla oli noin 42 miljoonaa matkustajaa (Liikennetekniikka Oy 1971). Matkustajamäärien laskuun on syynä se, että joukkoliikenteen kulkutapaosuus on laskenut vuodesta 1969 (Kuva 3.1). Vuonna 1969 joukkoliikennematkoja tehtiin TKL:n ajoneuvoissa 171 matkaa asukasta kohden. Luku pitää sisällään vain Tampereen sisäiset matkat ja vain TKL:n ajoneuvoissa. (Liikennetekniikka Oy 1971.) Vuonna 2013 Tampereella tehtiin 145,3 nousua per asukas (Tampereen joukkoliikenne 2014).

Kuva 3.1 esittää kulkutapaosuuksien kehittymistä Tampereen kaupunkiseudulla vuodesta 1969 vuoteen 2014 sekä ennusteen seuraaville kymmenelle vuodelle. Kuvasta nähdään, että henkilöauton kulkutapaosuus on edellisestä diplomityöstä kasvanut merkittävästi, kun taas joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuudet ovat pienentyneet. Liikennemäärät vuodesta 1969 ovat kasvaneet, mikä näkyy erityisesti henkilöautoliikenteen voimakkaana kasvuna. Katkoviivalla esitetty jatke kuvaa rakennesuunnitelman mukaista tavoitetilaa vuoteen 2025. Tavoitteena on joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvattaminen.



Kuva 3.1. Kulkutapaosuuksien kehittyminen ja tavoite Tampereen kaupunkiseudulla (Tampereen kaupunkiseutu 2014).

Vuoden 1969 henkilöliikennetutkimuksen (Liikennetekniikka Oy 1971) mukaan vuorokauden liikenteestä joukkoliikenteellä tehtiin 20 prosenttia matkoista ja huipputunnin matkoista 21 prosenttia. Ajoneuvoilla tehdyistä matkoista vuorokaudessa 47 prosenttia tehtiin joukkoliikenteellä. Vuoden 2012 liikennetutkimuksen (Kalenoja & Tiikkaja 2013) mukaan joukkoliikenteen kulkutapaosuus on Tampereella 17 prosenttia. Naapurikunnissa se on huomattavasti pienempi: Kangasalla 6 %, Lempäälässä 6 %, Nokialla 5 %, Pirkkälässä 7 % ja Ylöjärvellä 6 %.

Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteen nykyinen palvelutasomäärittely on tehty vuosille 2012–2016. Määrittely ottaa kantaa eri alueiden erilaisiin palvelutasotekijöihin, kuten vuoroväliin, liikennöintiin ja kävelyetäisyyksiin pysäkeille. Määrittely sisältää kuusi eri palvelutasoluokkaa, joista alin vastaa joukkoliikenteen minimitasoa, jolloin liikennöinti tapahtuu tarpeen mukaan ja korkein luokka viiden tähden palvelutaso vastaa erittäin hyvää, auton kanssa kilpailukykyistä joukkoliikennetarjontaa. Taulukko 3.1 esittää eri luokkien palvelutasokriteerit Tampereella. (Tampereen kaupunki 2011.)

Taulukko 3.1. Palvelutasomäärittely Tampereen kaupunkiseudulla (Tampereen kaupunki 2011).

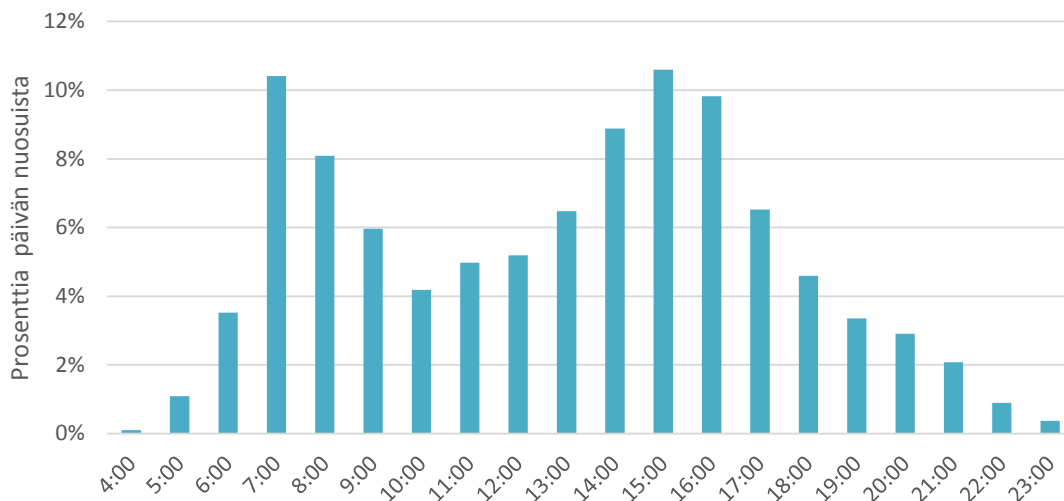
Palvelutasoluokka	★★★★★	★★★★	★★★	★★	★
Vuorovälitavoitteet (min)					
- ruuhka	5-10	10-15	30	30-60	60
- päivä	10-15	20	30-60	60	60-120
- arki-ilta	10-20	20-30	30-60	60-120	60-120
- la päivä	10-20	20-30	30-60	60-120	-
- su päivä	10-20	30	60	120	-
- yö, varhaisaamu	30-60	60	-	-	-
Kävelyetäisyys pysäkillä linnuntietä, enintään (m), ks. myös lisämaininnat taulukon alla.					
- normaali tarjonta	300-400	400-600	600-1 000	1 000-2000	1 000-2000
- hiljainen aika	500-1 000	1 000	-	-	-
Liikennöintiäika					
- arki	4.00-0.30	5.30-22.30	6.30-21.00	6.30-21.00	7.00-17.00
- la	4.00-4.00	5.30-22.30 +yövuoroja	7.30-18.00	10.00-18.00	-
- su	4.00-23.30	9.00-22.30	10.00-18.00	tarpeen mukaan	-

Eri alueille on määriteltä omat palvelutasoluokkansa, jotka ohjaavat suunnittelua yllä olevan taulukon mukaisesti. Esimerkiksi Keskusta, Hervanta, Hatanpää ja Härmälä kuuluvat parhaaseen palvelutasoluokkaan (5 tähteä) kun taas Vuoreksen alue kuuluu luokkaan 3. Suurin osa Tampereesta kuuluu joukkoliikenteen palvelutasoluokkiin 4 tai 5. Tämä tarkoittaa sitä, että vuorovälitavoite ruuhka-aikaan suurimmassa osassa Tamperetta on 15 minuuttia tai lyhempi. Alle 3 tähden palvelutasoluokkiin kuuluvat ainoastaan Aitolahden, Sorilan ja Teiskon alueet. Pirkkalassa palvelutaso on pääosin 2–4 tähden luokkaa. Alueiden palvelutasomäärittely kuvaa tavoitteita, joita alueen joukkoliikennetarjonnalle on asetettu huomioiden eri alueiden erilaiset maantieteelliset ja väestölliset ominaisuudet. (Tampereen kaupunki 2011.)

3.2 Kysynnän ja tarjonnan vaihtelut

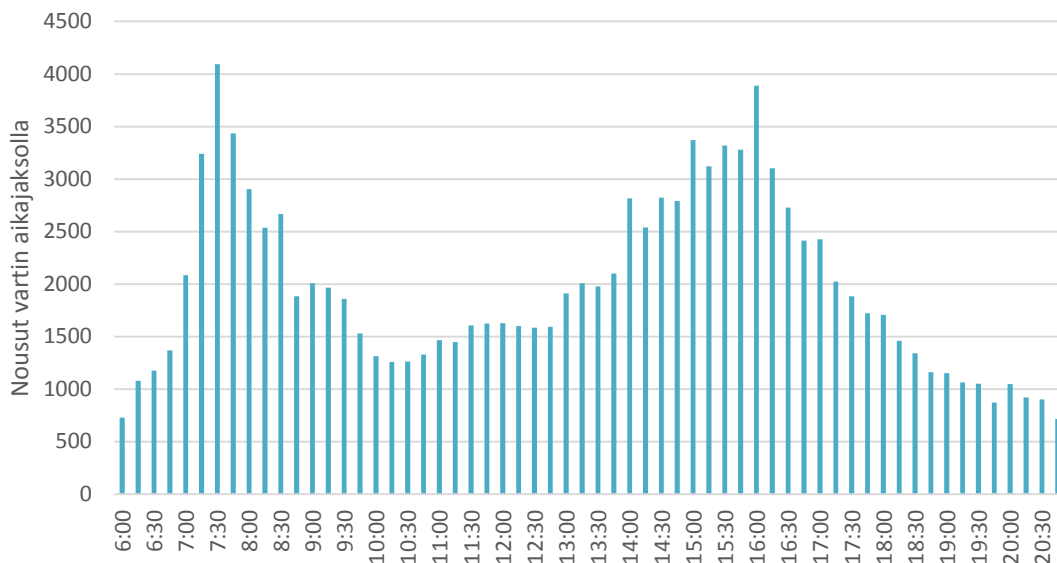
3.2.1 Verkon kuormitus

Tampereen kaupunkiseudulla on havaittavissa selviä kysynnän aikavaihteluita vuorokauden aikana. Kuva 3.2 esittää tunnin aikana tehtävien nousujen osuuden koko vuorokauden nousuista arkipäivänä. Verrattuna liikennetutkimuksen 2012 (Kalenoja ja Tiikkaja 2013) tietoon (Kuva 2.2), todelliset piikit ovat hieman pienemmät. Aamuruuhkapiikin aikana matkustaa noin 10 prosenttia päivän matkustajamäärästä, kun liikennetutkimuksessa sen sanotaan olevan 13 prosenttia. Tässä täytyy kuitenkin huomioida, että matkustajamäärät vaihtelevat viikoittain ja kuukausittain. Lisäksi liikennetutkimuksessa tarkastelu koski koko Pirkanmaata ja tässä vain Tampereen joukkoliikenteen toiminta-aluetta.



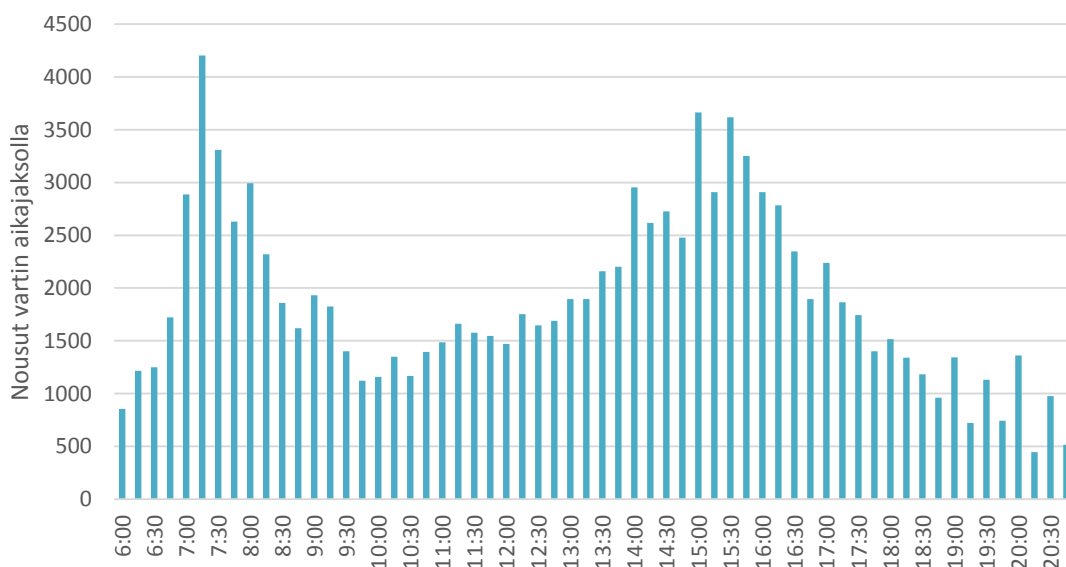
Kuva 3.2. Nousujen osuus tunnin ajanjaksolla koko päivän nousuista.

Kuvasta huomataan myös, että kysyntä aamun ja iltapäivän pahimpana ruuhkatunteina 7–8 ja 15–16, on lähes yhtä suuri, iltapäivällä jopa hieman suurempi. Jos kuitenkin piikkien matkustajamääriä tarkastellaan vartin aikajaksoilla, huomataan suurempaa vaihtelua. Kuva 3.3 esittää arkipäivän piikkien nousut vartin ajanjaksoilla tammikuussa kolmen arkipäivän (ti–to) keskiarvona. Aamun pahin ruuhkapiikki ajoittuu 7.15–8.00. Suurin matkustajamäärä vartin aikajaksolla on 7.30–7.45. Todellinen matkustajakuormitus saattaa olla suurempi vasta myöhäisemmällä vartin jaksolla, sillä maksulaitteet keräävät tietoa vain nousuista. Aamun ruuhkapiikki on iltapäivän ruuhkapiikkiä huomattavasti terävämpi, sillä iltapäivän ruuhka ulottuu laajemmalle aikavälille, 14.00–16.30. Tämä johtuu pääasiassa koulujen loppumisesta jo aikaisemmin sekä siitä että iltapäivän ruuhkapiikki sisältää aamupäivää selvästi enemmän vapaa-ajanmatkoja. Iltapäivän ruuhkapiikissä on havaittavissa kolme terävämpää piikkiä, kello 14.00–14.15, 15.00–15.15 ja 16.00–16.15, jotka sopivat yhteen erityisesti koulujen loppumisaikojen kanssa.



Kuva 3.3. Kysynnän vaihtelu keskimääräisenä arkipäivänä tammikuussa vartin aikajaksolla.

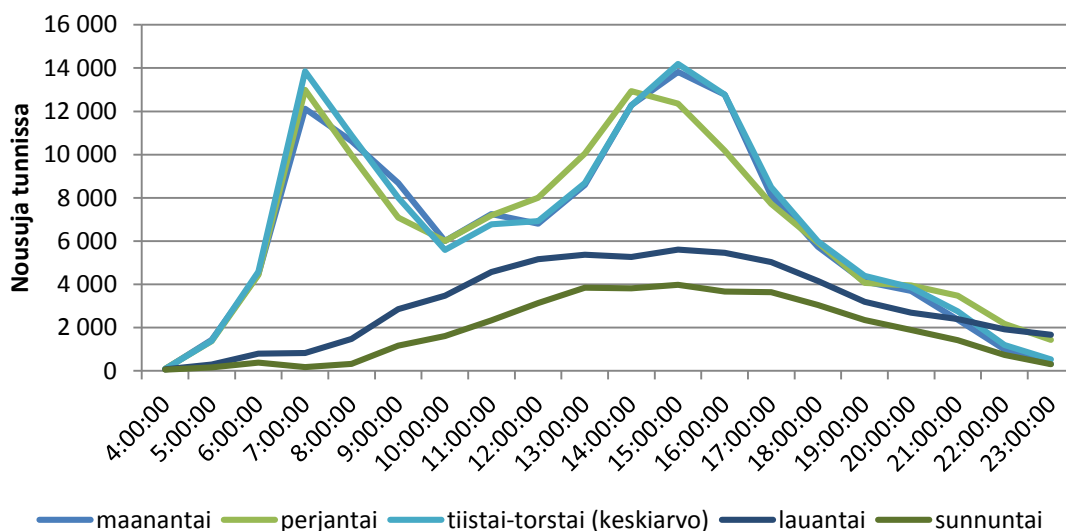
Jos samanlaisen kuvaajan piirtää siten, että nousuajan sijaan käytetään vuoron lähtöaikaa lähtöpysäkiltä (kuva 3.4) nähdään, että aamulla korostuu 7.15–7.30 tapahtuvien lähtöjen piikki. Iltapäivällä taas on kaksi lähes yhtä suurta piikkiä 15.00–15.15 ja 15.30–15.45.



Kuva 3.4. Nousut vuoron lähtöajan mukaan.

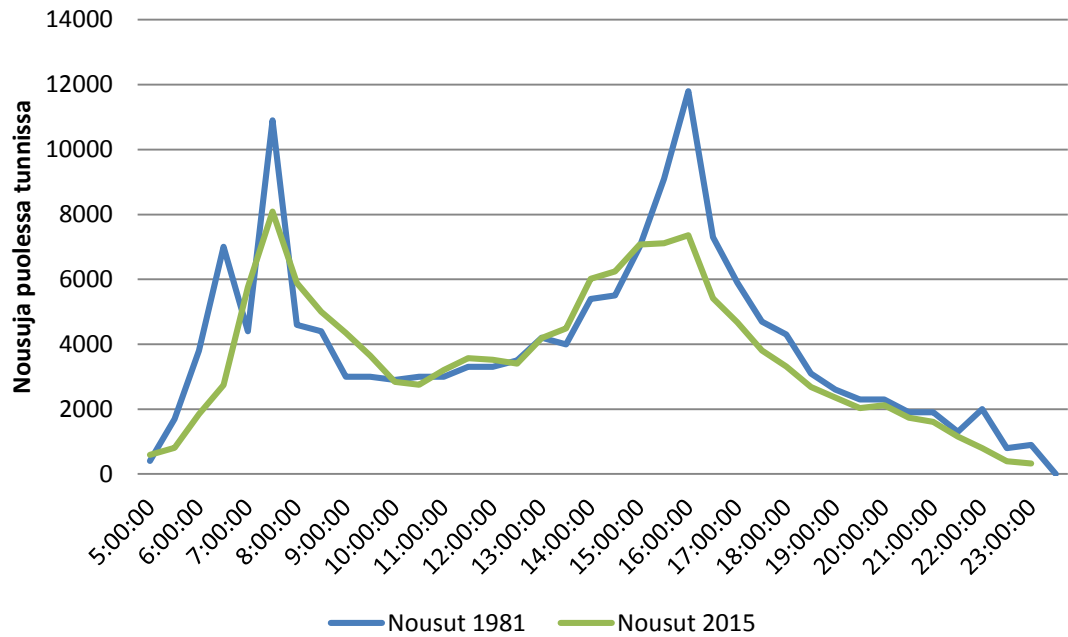
Myös viikonpäivien välillä on nähtävissä vaihtelua joukkoliikenteen kysynnässä. Kuva 3.5 esittää eri viikonpäivien matkustajamääriä. Maanantaiaamun pahimman ruuhkapiikin aikana matkustajia on jopa kaksi tuhatta vähemmän tunnin aikana kuin keskellä viikkoa. Toisaalta taas osa matkustajista menee töihin keskimääräistä myöhemmin maanantaina. Perjantaina iltapäiväruuhka alkaa muita arkipäiviä aikaisemmin ja pahin ruuhkapiikki on kahden ja kolmen välillä. Viikonloppuisin kysyntä on koko päivän tasaista, toisin kuin

arkipäivinä. Lauantaina kysyntä sijoittuu selvästi arkipäiviä myöhäisemmälle ajanjaksolle. Matkustajamäärät lauantapäivällä ovat hieman alemmat kuin keskipäivän matkustajamäärät arkipäivänä ja reilu kolmasosa arkipäivän pahimmasta ruuhkapiikistä. Sunnuntaisin kysyntä on jopa kaksi tuhatta matkustajaa vähemmän tunnin aikajaksolla kuin arkisin keskipäivällä. Eroja kysynnässä nähdään myös iltaisin. Erityisesti perjantai- ja lauantai-iltojen matkustajamäärät ovat huomattavasti suuremmat muihin päiviin nähden.



Kuva 3.5. Nousut eri viikonpäivinä.

Joukkoliikenteen kysyntäpiikit ovat tasoittuneet vuodesta 1982, jolloin kysynnän vaihtelut olivat nykyistä pahempi ongelma. Tämä nähdään kuvasta 3.6, joka esittää vuosien 1981 ja 2015 matkustajamäärät puolen tunnin aikajaksoilla. Kuvasta nähdään, että pahimmat ruuhkapiikit ovat pienentyneet ja matkustajamäärät ovat siirtyneet laajemmalle ajanjaksolle. Vuonna 1981 TAKL:n (Tampereen sisäisillä) linjoilla matkusti 38,2 miljoonaa matkustajaa vuodessa (Taivainen 1981), mikä on noin 8 miljoonaa matkustajaa enemmän kuin nykyään. Piikin levittymiseen ovat saattaneet vaikuttaa myös useiden työpaikkojen siirtyminen joustavan työajan käyttöön sekä muut työnteossa tapahtuneet muutokset. Keskipäivän liikennemäärät ovat pysyneet samoina kuin vuonna 1981, mutta piikkien joukkoliikennematkustajien määrät ovat pienentyneet jopa 3000–4000 matkustajalla puolen tunnin aikajaksolla.



Kuva 3.6. Matkustajamäärät Tampereella vuonna 1981 (Taivainen 1981) ja Tampereen kaupunkiseudulla 2015 yhden vuorokauden aikana.

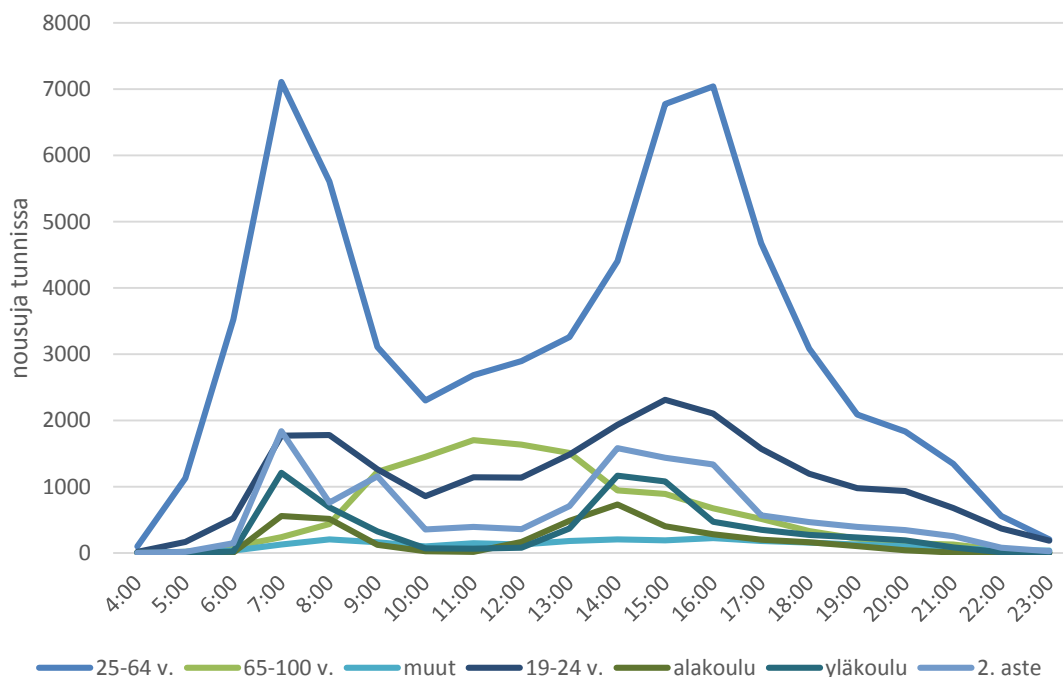
Vaikka tilanne on huomattavasti parantunut viimeisten vuosikymmenten aikana, ovat kysynnän vaihtelut edelleen suuri ongelma kaupunkiseudulla. Väestönkasvun myötä myös joukkoliikenteen matkustajamäärän voidaan olettaa kasvavan, mikä tulee väistämättä vaikuttamaan myös kysynnän jakautumiseen.

3.2.2 Kysynnän vaihtelu eri matkaryhmissä

Tampereen kaupunkiseudulla joukkoliikennettä käytetään eniten koulu-, opiskelu ja työmatkoilla. Joukkoliikenteen käyttö on selvästi yleisempää Tampereella ja tämän naapurikunnissa kuin muualla Pirkanmaalla. Tampereen naapurikuntien joukkoliikenteen kysyntä koostuu pääasiassa liikenteestä Tampereelle, kuntien sisäisen liikenteen ollessa pientä. Muiden kuntien (liikennetutkimusalueen reuna-alueet) sisäisistä matkoista noin kaksi kolmasosaa on koulumatkoja. Kuntien välisissä matkoista suurempi osuus on taas aikuisten tekemillä matkoilla. (Kalenoja & Tiikkaja 2013.)

Kuva 3.7 esittää kysynnän jakautumista eri ikäryhmien kesken Tampereen kaupunkiseudulla. Ikäjakauma on kuitenkin enemmän yhtenevä Tampereen joukkoliikenteen käyttäjien ikäjakaumaan kuin naapurikuntien joukkoliikenteen matkustajien, sillä suurin osa liikenteestä tapahtuu Tampereen sisällä. Ikäjakauma voi vaihdella eri linjojen välillä merkittävästikin. Kuvassa on eritetty päivittäinen kuormitus eri ikäryhmien osalta. Ikäryhmät on jaoteltu syntymävuosien perusteella alkuvuoden 2015 mukaan. Alakoululaisiin laskettiin 2002–2008 syntyneet oppilaat ja siitä eteenpäin yläkoulu ja toinen aste kolmen vuoden ryhmissä. Ryhmä muut pitää sisällään alle kouluikäiset ja yli 100 vuotiaat sekä ne,

joista matkustajan syntymävuosi ei ole tiedossa. Näiden matkojen osuus kaikista tehdyistä matkoista on noin 2 prosenttia. Ikäryhmien jaottelu on esitelty tarkemmin alaluvussa 1.3.



Kuva 3.7. Matkustuskysynnän ajallinen vaihtelu eri ikäryhmissä arkivuorokauden aikana.

Kuvasta nähdään, että työikäiset tekevät eniten matkoja kaikkina kellonaikoina. Toisaalta työikäisten ikäryhmä on vertailtavista ikäryhmistä myös suurin. He tekevät ruuhkapiikkien matkoista noin 55 prosenttia. Yli 64-vuotiaat tamperelaiset ja pirkkalalaiset saavat käyttöönsä seniorialennuksen, joka oikeuttaa matkustamaan puoleen hintaan kello 9–14 välisenä aikana. Tämä vaikuttaa voimakkaasti eläkeläisten matkustuskäyttäytymiseen. Kuvasta nähdään, että eläkeläisten tekemien matkojen määrä moninkertaistuu alennusajkaan. Parhaimmillaan keskipäivällä vajaa kolmannes matkustajista on eläkeläisiä. Eläkeläisten tekemien matkojen määrä on selvästi suurempi kello 9–14 välillä kuin muina aikoina. Tilanne vaihtelee linjoittain eri alueiden asukkaiden ikäjakauman perusteella.

Nuorten ikäryhmä (12–24 –vuotiaat) tekee työikäisten ohella merkittävän osan vuorokauden matkoista. Nuorten tekemien matkojen määrässä näkyy selvät piikit kahden, kolmen ja neljän aikoihin. Nuorten aamupiikki on myös terävämpi kuin aikuisten aiheuttama piikki aamulla. Nuorten ryhmä on kuvassa jaettu pienempiin ryhmiin koulutusasteen perusteella. 19–24-vuotiaiden ryhmässä matkustus on huomattavasti muita ryhmiä tasaisempaa. Tämä ryhmä pitää sisällään suuren osan korkeakouluopiskelijoista, joiden matkustuskäyttäytyminen eroaa merkittävästi muista ryhmistä. Heidän osaltaan keskipäivän matkustajamäärä tunnissa on vain puolet pienempi kuin ruuhkapiikin matkustajamäärä,

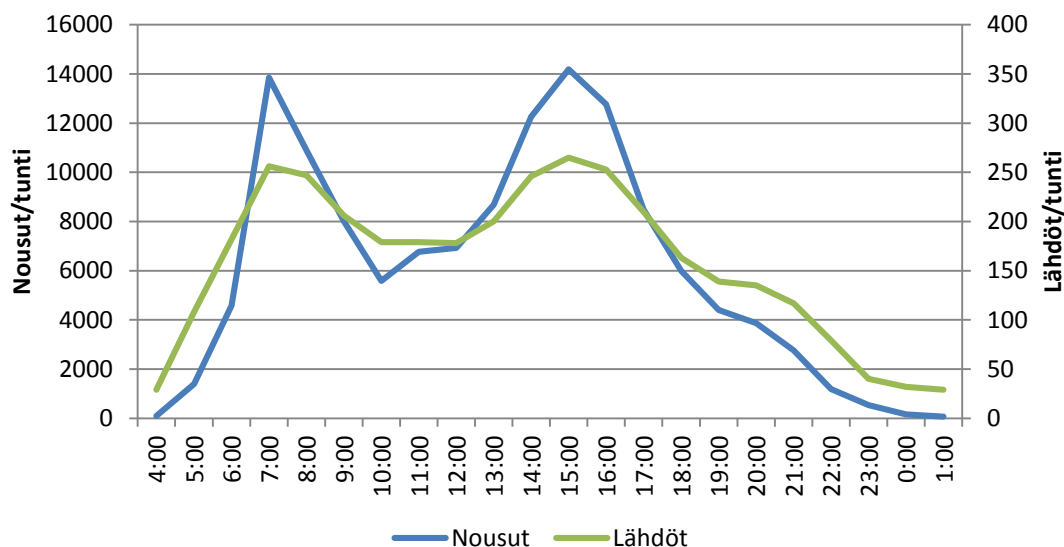
kun taas muiden aikuisten osalta ero on yli kolminkertainen ruuhkapiikkien ja keskipäivän välillä. Lisäksi 19–24 vuotiaiden ryhmässä matkustajamäärät vähenevät hitaammin iltaa kohden muihin matkaryhmiin verrattuna. Ala- ja yläkoululaisten matkustaminen tapahtuu kouluaikojen rytmin mukaan ja keskittyy näin ollen pahimpaan ruuhkapiikkiin aamulla, mutta iltapäivällä hieman ennen pahinta ruuhkaa. Alakoululaisten osuus ruuhkapiikin matkustajista on kuitenkin hyvin pieni, noin viisi prosenttia ja yläkoululaisten osuus noin 10 prosenttia.

Toisen asteen opiskelijat ovat kolmanneksi suurin ruuhka-aikoina joukkoliikennettä kuormittava ryhmä. Myös heidän matkustamistansa määräävät koulujen alkamis- ja päätymisajat, mikä näkyy erityisesti aamulla kahtena merkittävänä piikkinä 7–8 ja 9–10 välillä. Toisen asteen opiskelijoiden osuus linjojen nousuista on 5–15 prosenttia. Summatuna kaikkien kouluasteiden, lukuun ottamatta korkeakouluopiskelijoita, osuus aamu-ruuhkapiikin matkustajista on lähes 30 prosenttia ja iltapäivän ruuhkapiikin matkustajista 20–30 prosenttia. Iltapäivällä koululaiset kuormittavat joukkoliikennettä eniten kahden ja kolmen välillä. Eri ikäryhmien osuuksia kunkin tunnin liikenteestä on esitetty tarkemmin liitteessä B.

3.2.3 Tarjonta

Arkipäivän (ma–to) aikana ajetaan yhteensä 3426 vuoroa. Perjantai-iltaisain ajetaan näiden vuorojen lisäksi lisävuoroja. Heilurilinjoja voidaan tarkastella siten, että ne esittävät kahta linjaa, jolloin päivittäisen vuoromäärän voidaan ajatella olevan 4 946. Vuorojen yhteenlaskettu pituus on 57 852 km. Vuonna 2014 ajettiin yhteensä 15 061 331 kilometriä, autopäiviä kertyi 52 544 päivää ja linjatunteja 701 510 tuntia (Tampereen joukkoliikenne 2014). Vilkkaimman tunnin, 15–16, vuoromäärä on 265. Keskipäivällä hiljaisimpaan aikaan ajetaan 178 vuoroa tunnissa. Vilkkaimman tunnin aikana ajetaan siis 86 vuoroa tunnissa enemmän kuin keskipäivän hiljaisimman tunnin aikana. Tarjonta on ruuhkapiikkejä vähäisempää 9–14. Ruuhkahuiput ovat 7–9 ja 14–17. Ajokilometrejä syntyy iltapäivän vilkkaimman tunnin aikaan 4533 kilometriä tunnin aikana tapahtuvien lähtöjen aikana ja keskipäivällä 2977 kilometriä. Ajokilometrejä kertyy vilkkaimpaan aikaan tunnissa 1556 kilometriä enemmän kuin keskipäivällä. Ajotunteja kertyy 15–16 tapahtuvilla lähdöillä 171 tuntia 39 minuuttia ja 10–11 tapahtuvilla lähdöillä 115 tuntia 18 minuuttia. Ajotunteja kertyy ruuhka-aikaan siis noin 56 tuntia enemmän.

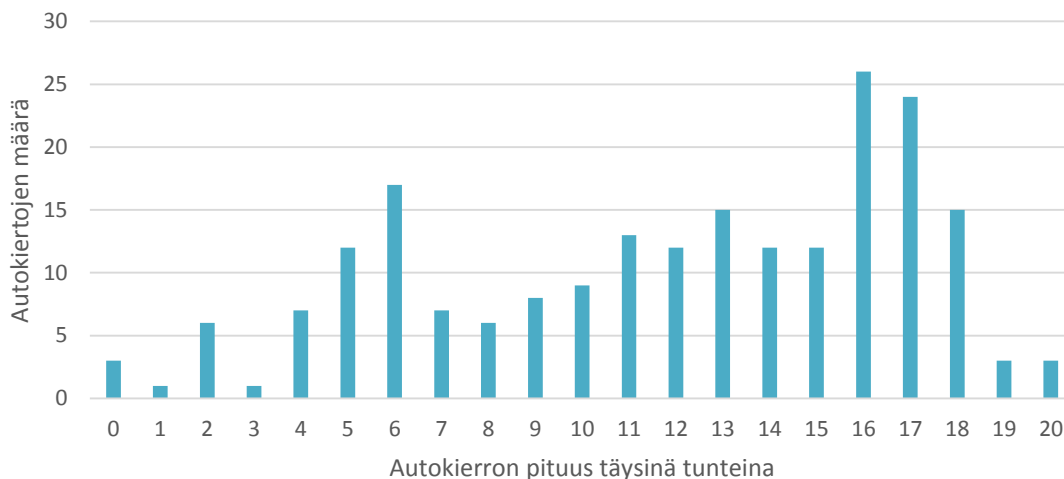
Vuorotarjonnassa vaihtelut eivät ole yhtä suuria kuin kysynnässä, vaikka vaihtelua on havaittavissa siinäkin. Kuvassa 3.8 on esitetty arkipäivän (ti–to) nousijamäärien tunti-vaihtelu sekä tarjonnan vaihtelu. Kysyntä painottuu ruuhka-aikoihin, kun taas tarjonta pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena koko päivän. Tämä aiheuttaa sen, että linja-autojen täyttöaste ruuhka-aikojen ulkopuolella on suhteellisen matala, mutta ruuhka-aikoina taas erittäin korkea. Palvelutasomäärittely velvoittaa tarjoamaan hyvän joukkoliikennetarjonnan myös ruuhka-aikojen ulkopuolelle.



Kuva 3.8. Nousut ja lähdöt tunnin aikajaksoilla arkipäivänä.

Kun suhteutetaan nousujen määrä ajokilometrien määrään, huomataan siinäkin samankaltaista ajallista vaihtelua. Ruuhka-aikoina tehdään keskimäärin enemmän nousuja kilometriä kohden kuin muina aikoina. Nousijamäärien suhde ajettuihin kilometreihin vaihtelee linjoittain. Lyhyillä tiiviin asutuksen keskellä kulkevilla linjoilla matkustajia nousee kyytiin paljon linjakilometriä kohden. Tämä on nähtävissä erityisesti linjalla 2, jolla nousuja per ajokilometri kertyy noin kaksinkertaisesti muihin linjoihin nähden. Toisaalta taas kyseisen linjan ajoaika kilometriä kohden on lähes puolet hitaampi muihin linjoihin nähden.

Tarjonnan vaihtelut näkyvät myös eripituisina autopäivinä. Kuvassa 3.9 on esitetty autopäivien pituudet linjatuntien mukaan Tampereen joukkoliikenteen toiminta-alueella. Ryhmään 0 kuuluvat kaikki autokierrot, jotka ovat alle tunnin käytössä, ryhmään 1 ne, jotka ovat 1-2 tuntia käytössä ja niin edelleen.

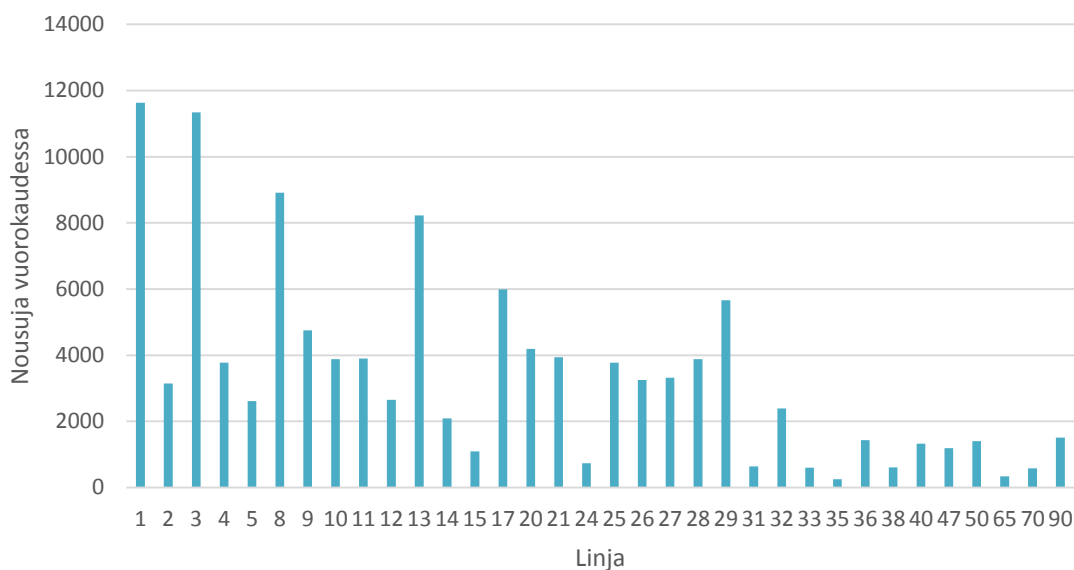


Kuva 3.9. Eripituisten autokiertojen määrät.

Muutoksia tarjonnassa voidaan tehdä lähinnä alle 5 tunnin autopäiville. Pidempien autopäivien poistaminen on vaikeaa, sillä se tarkoittaisi merkittäviä vähennyksiä linjan vuorotarjonnassa. Yksittäisiä vuoroja voidaan poistaa myös ruuhka-aikojen ulkopuolelta, mutta niiden poistaminen laskisi palvelutasoa. Lisäksi yksittäisestä vuorosta saatavat kustannussäästöt ovat huomattavasti pienempiä, jos autoa ei voida poistaa.

3.2.4 Linjojen kuormitus ja tarjonta

Kysyntä vaihtelee eri alueiden ja näin myös eri linjojen välillä. Kuva 3.10 esittää eri linjojen matkustajamäärien keskiarvot yhden arkivuorokauden aikana. Kuvasta puuttuu linjat, joiden matkustajamäärä vuorokaudessa on hyvin pieni. Kuvasta huomataan, että suurin kysyntä on linjoilla 1, 3, 8 ja 13, joista kaikki ovat heilurilinjoja. Toisaalta linjan kokonaismatkustajamäärä ei vielä kerro matkustuskysynnästä tai kysynnän vaihteluista päivän aikana tai suunnittain. Pitkillä heilurilinjoilla matkustajat vaihtuvat useaan kertaan yhden vuoron aikana, kun taas lyhyillä kahden pisteen välillä kulkevilla linjoilla samat matkustajat matkustavat linjan päästä päähän.

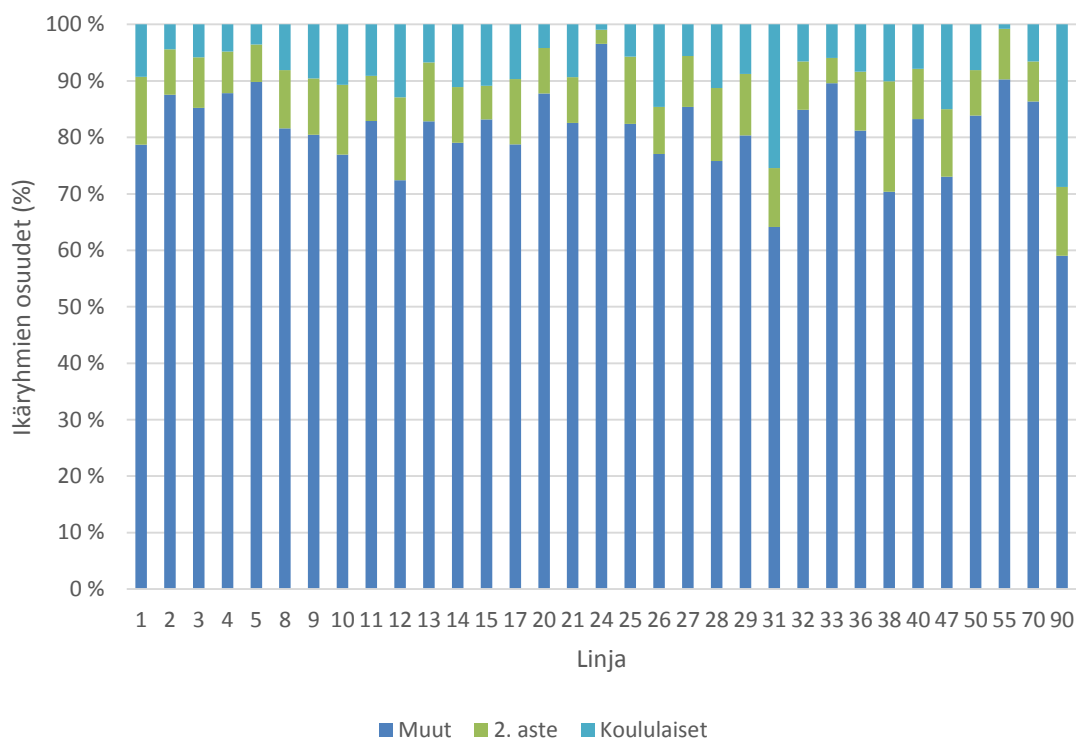


Kuva 3.10. Tampereen joukkoliikenteen linjojen matkustajamäärät arkivuorokauden aikana.

Työn kannalta on mielekkäintä tutkia linjoja, joilla matkustuskysyntä on tarpeeksi suurta. Pienen kysynnän linjoilla vuoroväli on koko päivän 15 minuuttia, puoli tuntia tai jopa enemmän, eikä sitä ole mielekästä enää pidentää. Linjoilla, joissa on tasainen tarjonta koko päivän, kustannuksiin vaikuttaminen on hankalaa. Tarkastelun kannalta kiinnostavia linjoja ovat 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 24, 28, 29 ja 35, joilla tarjonta vaihtelee vuorokauden aikana.

Linjojen kuormitukseen vaikuttaa koulujen ja työpaikkojen sijainti. Työpaikkoja sijaitsee samoilla alueilla koulujen kanssa. Tampereella erityisesti keskustassa on sekä koulujen että työpaikkojen keskittymä. Muita merkittäviä työpaikka-alueita Tampereella on muun muassa Hervanta, TAYSin alue ja Hatanpää.

Kuvassa 3.11 on esitetty toisen asteen opiskelijoiden, koululaisten sekä muiden matkustajien osuudet eri linjojen matkustajamääristä aamun ruuhkaisimman tunnin (7–8) aikana. Kuvasta nähdään, että muiden ikäryhmän osuus on yli 50 prosenttia matkustajista kaikilla muilla linjoilla, paitsi linjalla 90. Koululaisten ja toisen asteen opiskelijoiden osuus linjan matkustajamääristä vaihtelee linjoittain merkittävästi. Suhteellisesti suurimmat osuudet koululaisia on linjoilla 12, 15, 26, 28, 31, 33, 45, 47 ja 90. Näillä linjoilla koululaisten osuus on yli 20 prosenttia.



Kuva 3.11. Koululaisten ja toisen asteen opiskelijoiden osuudet linjojen matkustajamääristä ruuhkatuntina 7–8.

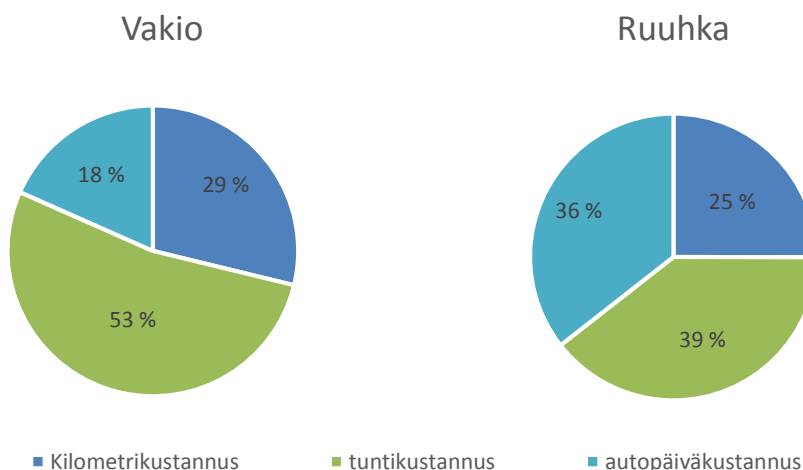
Kun verrataan linjoja, joilla koululaisten osuus on suhteellisesti suuri ja linjoja, joiden matkustajamäärät ovat suuret, huomataan, että kyse on eri linjoista. Koululaisten ja opiskelijoiden osuus on kuitenkin suurimman kysynnän linjoilla noin 15–20 prosenttia.

3.3 Kysynnän vaihtelun aiheuttamat kustannukset

Tampereella joukkoliikenteen kustannuksia tarkastellaan autopäiväkustannusten, kilometrikustannusten ja tuntikustannusten kannalta. Yksikkökustannuksille käytettävien hintojen keskimääräiset arvot ovat:

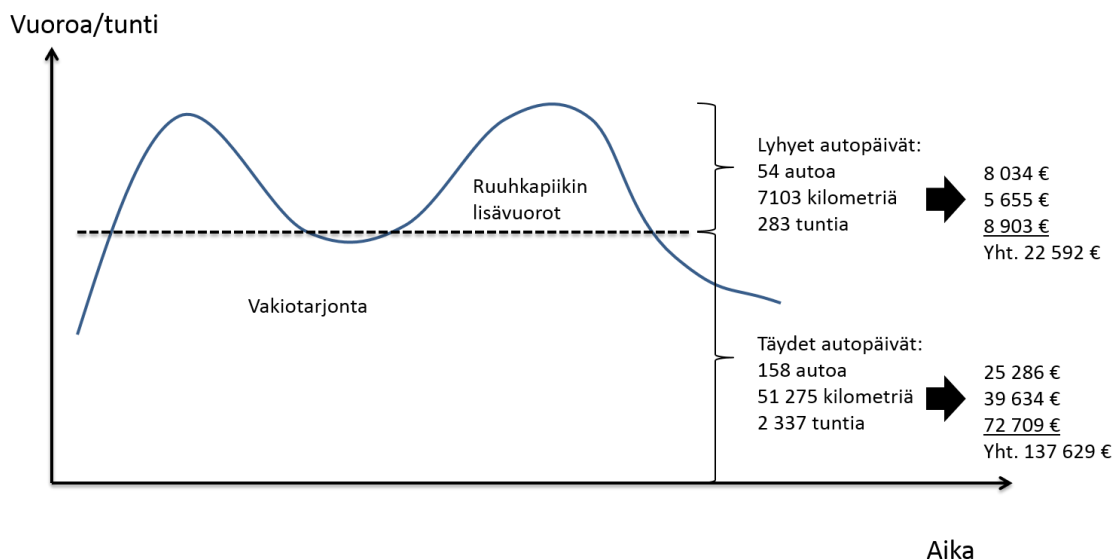
- autopäiväkustannus on keskimäärin 157,17 euroa
- kilometrikustannus on keskimäärin 0,76 euroa/kilometri
- tuntikustannus on keskimäärin 31,14 euroa/tunti.

Todellisuudessa kustannukset vaihtelevat linjoittain. Liikennöinnin kustannukset riippuvat linjan pituudesta, luonteesta sekä vuorojen määrästä. Myös yksittäisten vuorojen kustannukset vaihtelevat sen mukaan, onko vuorolla käytössä ruuhka-auto vai koko päivän käytössä oleva auto. Kuva 3.12 esittää liikennöinnin kustannusrakennetta sekä ruuhka-että vakiovuoroilla. Vakiovuoroilla tarkoitetaan tässä vuoroa, jonka auto on ajossa vähintään 8 tuntia päivässä. Kuvasta nähdään, että lyhyillä autopäivillä autopäiväkustannusten osuus kasvaa merkittävästi. Tämä tarkoittaa sitä, että autopäivän osuus kustannuksista kasvaa sitä mukaan, mitä vähemmän kilometrejä autolla ajetaan.



Kuva 3.12. Ruuhkavuorojen vs. vakiovuorojen kustannusrakenne.

Kuvaan 3.13 on koottu joukkoliikenteen kustannukset yhden vuorokauden aikana. Autokierrot on jaettu lyhyisiin ja pitkiin autopäiviin samalla tavalla kuin edellisessäkin kuvassa. Tarjonnan vaihtelut aiheuttavat tarvetta lisävuoroille ja autoille, joiden kustannukset ovat korkeammat kilometriä kohden kuin vakiotarjonnalla. Täysien autopäivien kustannukset ovat noin 137 600 euroa vuorokaudessa ja lyhyiden autopäivien kustannukset noin 22 600 euroa. Summa koskee arkivuorokauden liikennettä talviaikataulukaudella.



Kuva 3.13. Kustannukset yhden arkipäivän ajalta.

Yksittäisen vuoron lisääminen ilman autokierron lisäämistä lisää kustannuksia noin 24 euroa, jos oletetaan linjapituudeksi 13 kilometriä ja ajoajaksi 28 minuuttia. Lisäämällä vuoro molempiin suuntiin kustannukset kasvavat siis 48 euroa vuorokaudessa. Heilurilinjan keskimääräinen pituus on 21 kilometriä ja ajoaika noin 51 minuuttia. Yhden heilurilinjan vuoron lisääminen yhteen suuntaan kasvattaa kustannuksia noin 42 euroa. Jos vuorojen lisäämiseksi on lisättävä myös yksi linja-auto, kustannukset kasvavat lisäksi noin 157 euroa vuorokaudessa. Kalustoa voidaan joutua lisäämään vain yhtä vuoroa varten, joka on todella epätaloudellista. Usein näissä tilanteissa ajetaan samalla autolla useampi vuoro, sillä tällä tavoin uusien vuorojen lisääminen ei kasvata kokonaiskustannuksia merkittävästi.

Kustannuksiin on helpointa vaikuttaa poistamalla lyhimmat autokierrot. Pidempien autokierrojen poistaminen vaatii matkustajien siirtelyä enemmän, mikä ei porrastamalla ole mahdollista. Toisaalta taas pelkkien vuorojen poistaminen ei pienennä kustannuksia merkittävästi. Yksittäisen vuoron tuomat kustannukset ovat suhteellisen pienet, paitsi jos sitä varten tarvitsee lisätä autoja. Autokierrot voivat olla hyvinkin eripituisia, joten vaikutukset sekä vuorotarjontaan että kustannuksiin määräytyvät sen mukaan. Yhden autokierron poistaminen laskee kustannuksia yhden autopäiväkustannuksen sekä säästyneiden tunti- ja kilometrikustannusten verran.

Taulukkoon 3.2 on koottu eripituisten autokierrojen määrät sekä autokierroja vastaavien linjojen vuoromäärät. Vuorojen määrä on arvioitu linjakilometrien mukaan, joten siinä voi olla hieman heittoa. Lisäksi, jos linjalla ajetaan vuoroja, jotka ajavat linjareitistä vain puolet, näkyy se vuorojen määrässä puolikkaana. Jos siis poistettavien vuorojen määrä on 6, mutta kaikki vuorot ovat puolikkaita, sarakkeeseen tulee luku 3. Kustannussarake kertoo, kuinka paljon kustannuksia arkivuorokaudessa kyseisten autokierrojen liikennöinti maksaa yhteensä.

Taulukko 3.2. Eripituisten autokiertojen kustannukset.

Ajoaika/linjatunnit	Autokiertojen määrä	Linjat	Kustannukset/vrk (€)	Vuorojen määrä
< 8h	54		22 592	379
< 7h	47		18 755	311,5
< 6h	30		10 734	153
< 5h	18	1, 2, 3, 8, 11, 13, 17, 21, 28, 33, 36, 63, 90	5 532	56
< 4h	11	1, 2, 3, 11, 13, 17, 28, 33, 36	2 881	22
< 3h	10	1, 2, 3, 11, 13, 17, 28	2 536	18
< 2h	4	1, 13, 28	737	2,5
< 1h	3	1, 28	513	1,5

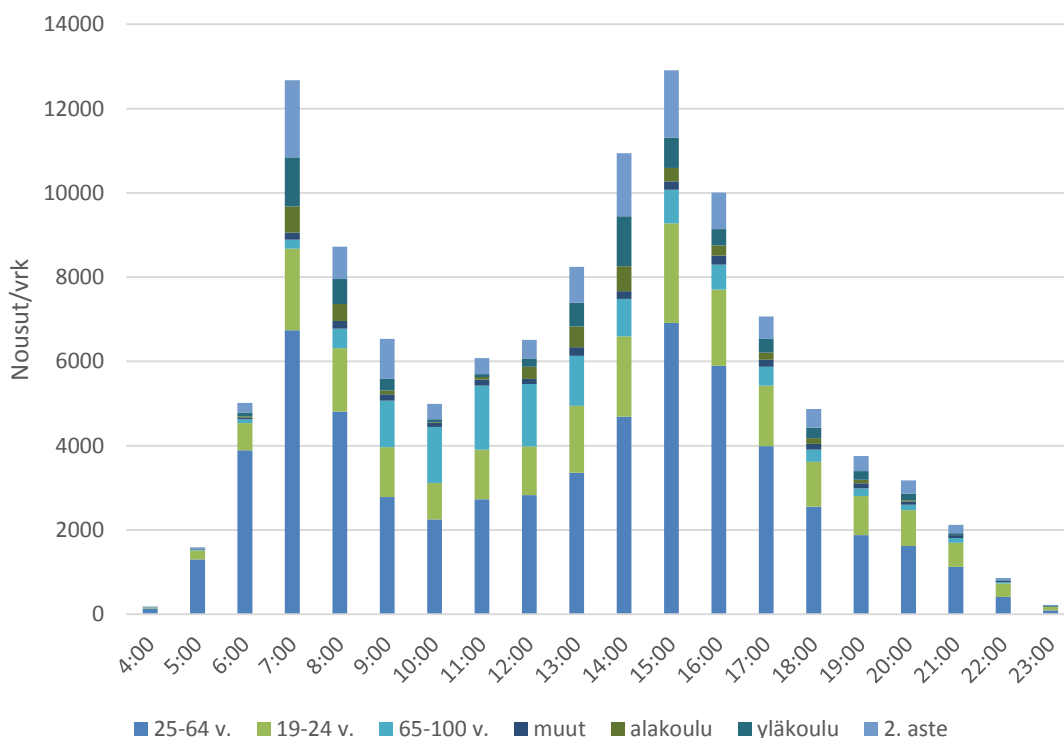
Alle 5 tunnin autokierrot poistamalla voitaisiin säästää 5532 euroa vuorokaudessa. Nämä vuorot sijaitsevat pääasiassa juuri pahimpien piikkien kohdalla aamulla sekä iltopäivällä. Autokietoja, jotka ovat ajossa 2–3 tuntia, on 6. Niiden aiheuttamat kustannukset päivässä ovat 1799 euroa. Poistamalla taas neljä lyhintä autopäivää, voidaan säästää 737 euroa vuorokaudessa. Alle kahden tunnin käytössä olevat autokierrot ehtivät ajaa yhden vuoron tunnin aikana. Liitteessä C on esitetty lyhyiden autokiertojen kustannukset linjoittain, autokierron pituuden mukaan eriteltyinä.

Muutokset voidaan tehdä alle 5 tunnin autopäiville. Pidempien autopäivien poistaminen on vaikeaa, sillä se tarkoittaisi merkittäviä vähennyksiä linjan vuorotarjonnassa. Yksittäisiä vuoroja voitaisiin poistaa myös ruuhka-aikojen ulkopuolelta, mutta niiden poistaminen laskisi palvelutasoa. Lisäksi yksittäisestä vuorosta saatavat kustannussäästöt ovat huomattavasti pienempiä, jos autoa ei voida poistaa.

3.4 Kysyntään vaikuttamisen mahdollisuudet ja keinot Tampereella

Aamupiikin leikkaaminen toisen asteen opiskelijoiden ja yläkoululaisten osalta vähentäisi piikin matkustajamääriä noin 3000 matkustajalla tunnissa, mikä on noin 30 prosenttia piikin matkustajamäärästä. Toisen asteen opiskelijoiden osuus aamuruuhkapiikistä on noin 1800 matkustajaa tunnissa. Todellisuudessa on kuitenkin huomioitava, että toisen asteen opiskelijoiden ja yläkoululaisten siirtäminen kokonaan ruuhkaisimman tunnin ulkopuolelle on hankalaa.

Kuvasta 3.14 huomataan kuitenkin, että ehdottomasti suurin joukkoliikenteen käyttäjäryhmä on työikäiset (25–64-vuotiaat). Heidän osuutensa ruuhkapiikin matkustajista on lähes 60 prosenttia aamulla ja noin 55 prosenttia iltapäivällä. Heidän matkustuskäyttämiseensä vaikuttamisella voitaisiin saada suurimmat muutokset.



Kuva 3.14. *Nousut ikäryhmittäin vuoron lähtöajan mukaan ilmoitettuna.*

Joukkoliikenteen kannalta paras ratkaisu olisi, että aamupiikkiä saataisiin loivennettua siirtämällä matkustajia matkustamaan myöhemmin. Yhdeksään tai kymmeneen kestävä piikki tasoittaisi kysyntää jo paljon. Toisaalta iltapäivällä paras suunta piikin lieventämiseen on neljän jälkeen. Matkustajamäärät vähenevät jo puoli viiden aikaan merkittävästi, joten matkustajien siirtäminen iltaa kohden olisi kannattavaa.

Hinnoittelu

Hinnoittelua ei Tampereen mittakaavassa voida käyttää kovin tehokkaana matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavana tekijänä. Hinnoittelua on käytetty yleensä vain rautatie- tai metrolienteen kysynnänhallinnankeinona. Ruuhkapiikin hinnoittelulla on vaikutuksia joukkoliikenteen matkustajamääriin. Kuten alaluvussa 2.3 todettiin, joukkoliikenteen matkustajamäärät vähenevät hintojen noustessa. Tämä riski on huomioitava ja arvioitava hintamuutosten vaikutus. Ruuhkalisän toteuttaminen on myös haastavaa lipun myynnin kannalta. Kertalippuihin ja arvolippuihin ruuhkalisän lisääminen on helppoa, mutta kausilippuihin se on hankalampaa. Toisaalta kausilippujen käyttäjät voidaan sulkea ruuhkahinnoittelun ulkopuolelle, mutta tällöin suuri osa joukkoliikenteen käyttäjistä jää ruuhkahinnoittelun ohjausvaikutuksen ulkopuolelle. Kausilipputuotteita käyttää noin 41 prosenttia joukkoliikenteen käyttäjistä (Tampereen joukkoliikenne 2014) ja ruuhka-aikaan osuus saattaa olla vielä suurempi.

Ongelmana hinnoittelussa ruuhkan hallinnan keinona on myös se, että ruuhkaongelma on Tampereella vain lyhyellä ajanjaksolla ja matkustajien toivottu siirtymä on suhteellisen pieni. Hinnoittelun vaikutus olisi suurin iltapäivällä, sillä silloin tehdään työ- ja koulumatkojen lisäksi paljon vapaa-ajanmatkoja. Hinnoittelua voidaan käyttää myös kannustimena, jolloin matkustajaa palkitaan ruuhka-aikojen ulkopuolella matkustamisesta.

Porrastaminen

Koululaisten matkustamiseen voidaan parhaiten vaikuttaa kouluaikojen porrastuksilla. Koululaisia liikkuu merkittävästi juuri ruuhkapiikkien aikana, joten porrastuksilla olisi mahdollista siirtää oppilaat pois piikistä.

Työikäisten matkustuskysynnän ohjaukseen voidaan käyttää sekä porrastusta että joustavia työaikoja. Nämä kaksi keinoa ovat erilaiset ja toimivat erilaisiin toimialoihin. Porrastusta voidaan käyttää töissä, joissa on tärkeää, että työvuorot on sovittu ja työhön tullaan sovittuun aikaan. Tällöin porrastus hoidetaan esimerkiksi eri yksiköiden, toimipisteiden tai yritysten välillä. Joustavat työajat soveltuvat aloille, joilla ei ole niin tarkkaa, milloin töihin tullaan. Joustavia työaikoja noudattavissa yrityksissä työntekijällä on mahdollisuus liikkua tavallisimpien ruuhka-aikojen ulkopuolella, mutta häntä ei voida pakottaa siihen. Tämän takia joustavien työaikojen kanssa olisi hyvä käyttää myös muita kannustimia ruuhka-aikojen ulkopuolella liikkumiseen. Matkustajalle voidaan esimerkiksi viestittää, mitkä linja-autot ovat yleensä täynnä ja millä vuoroilla on enemmän tilaa ja näin pyrkiä ohjaamaan matkustajien matkustuskäyttäytymistä. Vaihtoehtoisesti matkustajia voidaan ohjata hyödyntämään työaikojen joustoa erilaisin hintakannustein, mutta tällöin on huomioitava, että todellinen piikki, josta ihmisten halutaan siirtyvän muualle, on suhteellisen lyhyt.

4. KOULUJEN ALKAMISAIKOJEN PORRASTAMINEN TAMPEREELLA

4.1 Tampereen peruskoulut, toisen asteen oppilaitokset ja korkeakoulut

Tampereella on 22 alakoulua (vuosiluokat 1–6), 7 yläkoulua (vuosiluokat 7–9) ja 9 yhteiskoulua (vuosiluokat 1–9). Lisäksi Tampereella toimivat valtion ylläpitämä Normaalikoulu sekä yksityisten ylläpitämät Tampereen Rudolf Steiner -koulu, Svenska samskolan ja Tampereen kristillinen koulu. Perusopetus järjestetään kolmen yhteistoiminta-alueen avulla. Koulupaikka määräytyy kodin ja koulun välisen etäisyyden, alueen liikenneolosuhteiden, koulukiinteistön rakenteellisten ratkaisujen sekä oppilaan tuen tarpeen perusteella. Paikka määräytyy oman alueen koulusta. (Tampereen kaupunki 2015d.) Oppilas voi hakeutua kuitenkin muualle kuin lähikouluunsa esimerkiksi opetussuunnitelmallisen painotuksen takia. Painotuksia (musiikki, kielet, liikunta) on useassa yläkoulussa Tampereen alueella.

Tampereella on kuusi kaupungin ylläpitämää päivälukiota (Lyseon lukio, Tammerkosken lukio, Tampereen klassillinen lukio, Sammon keskuslukio, Hatanpään lukio sekä Tampereen teknillinen lukio), yksi aikuislukio sekä viisi muiden tahojen ylläpitämää lukiota (Normaalikoulu, Rudolf Steiner, Svenska samskolan, Kalevan lukio ja Tampereen yhteiskoulun lukio). (Tampereen kaupunki 2015d.) Ammatillisesta koulutuksesta Tampereella vastaa Tampereen kaupungin ylläpitämä Tampereen seudun ammattiopisto Tredu. Tredulla on kaksikymmentä toimipistettä Pirkanmaalla, joista 10 sijaitsee Tampereella. Lisäksi Tampereella toimivat Ahlmanin ammattiopisto, Tampereen Aikuiskoulutuskeskus TAKK, Tampereen konservatorio sekä Tampereen palvelualan ammattiopisto. Korkeakouluja Tampereella on neljä: Tampereen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampereen ammattikorkeakoulu sekä poliisiammattikorkeakoulu. Näiden lisäksi yliopistot tarjoavat täydennyskoulutusta ja avoimen yliopiston kursseja.

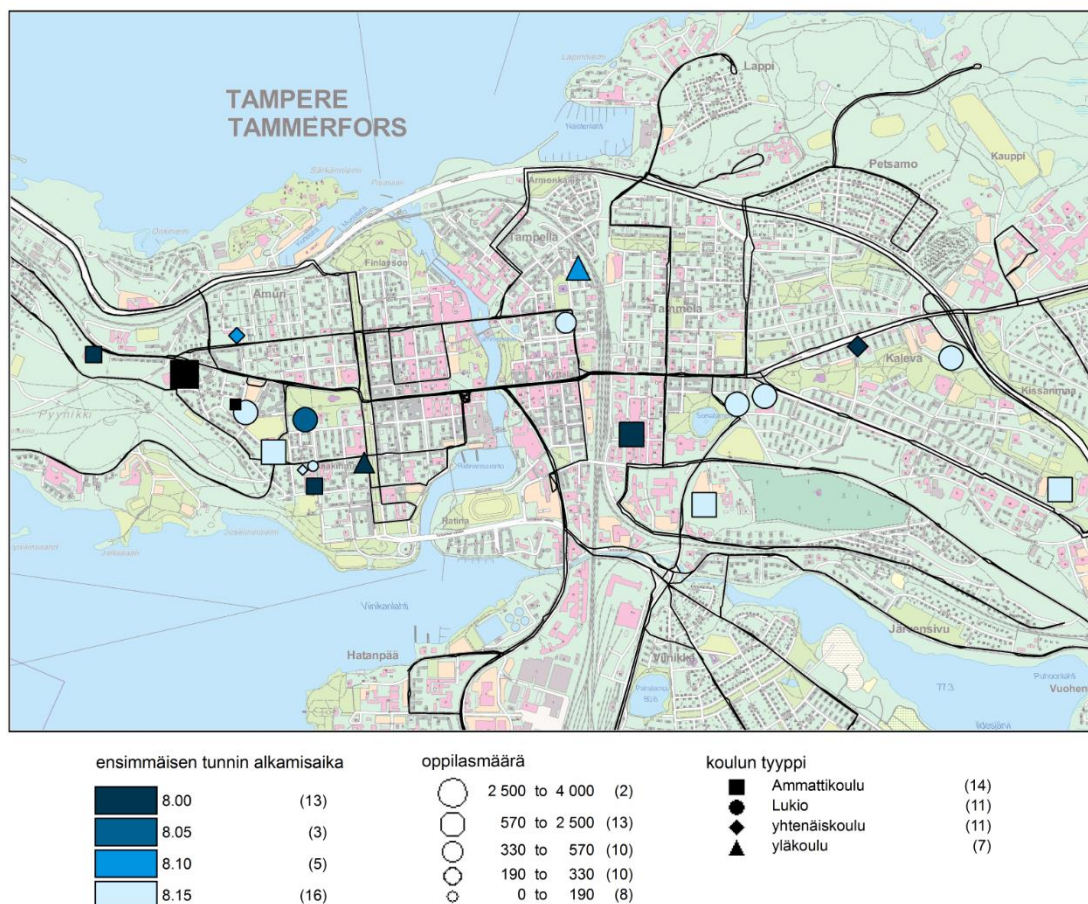
Tampereella opiskelee yhteensä noin 10 200 alakoululaista, 4800 yläkoululaista, 5000 lukiolaista ja 10 000 ammatillisen oppilaitoksen opiskelijaa. Väestönkasvu aiheuttaa tarvetta koulupaikkojen lisäämiselle. Alakouluihin tarvitaan rakennesuunnitelman (Tampereen kaupunkiseutu 2014) mukaan 14 000 uutta oppilaspaikkaa ja yläkouluihin 7 000 oppilaspaikkaa vuoteen 2040 mennessä. Alakoulujen oppilasmäärät ovat keskimäärin 100–500 oppilasta, yläkoulujen 200–700 oppilasta ja lukioiden pääsääntöisesti 550–850 oppilasta, mutta myös pari pienempää lukiota löytyy. Ammatillisissa oppilaitoksissa tapahtuu enemmän hajontaa. Tampereella on pieniä noin 100–800 oppilaan ammatillisia oppilaitoksia sekä suuria yli tuhannen opiskelijan yksiköitä.

4.2 Koulujen ja oppilaitosten alkamis- ja päättymisajat

Yleisimmät koulupäivien alkamisajat Tampereella ovat 8.00 ja 8.15. Kaikki Tampereen ammattioppilaitokset sekä suurin osa lukioista aloittaa päivänsä näihin aikoihin. Tampereen lukioiden, ammatillisten oppilaitosten sekä yläkoulujen alkamis- ja päättymisajat sekä opiskelijamäärät on esitetty tarkemmin liitteessä D. Kuva 4.1 esittää Tampereen koulujen sijoittumista keskusta-alueella sekä niiden oppilasmääriä ja alkamisaikoja. Kuvassa on esitetty mustalla joukkoliikenteen reitit Tampereella. Kuvio kertoo koulutyypin, koko oppilasmäärän ja väri koulupäivän alkamisajan.

Kaikki Tampereen ylläpitämät lukiot aloittavat koulunsa 8.15 yhteisestä sopimuksesta. Koulujen välillä tehdään yhteistyötä opetuksen järjestämisessä ja siksi lukiot käyttävät yhteistä tuntikaaviota. Opiskelija voi hakeutua opiskelemaan esimerkiksi toista kieltä johonkin muuhun kuin omaan kotilukioonsa. Yksityisten ylläpitämien lukioiden koulupäivien alkamisajat vaihtelevat hieman. Tampereen yhteislukiossa koulupäivä alkaa 8.05 ja Steiner-koulussa 8.30. Kalevan lukio, normaalikoulun lukio sekä Svenska samskolanin lukio aloittavat päivänsä 8.15. Lukioissa oppitunnin pituus on 75 minuuttia. Lukiolaiset opiskelevat lukujärjestyksen suhteen joustavammin muihin kouluihin verrattuna. He suunnittelevat oman lukujärjestyksensä kurssitarjottimen pohjalta ja näin jokaisen lukiolaisen koulupäivä on yksilöllinen. Tämän takia koulun sisäisen porrastuksen toteuttaminen ohjatusti ei sinällään ole lukioissa mahdollista.

Ammattikouluissa päivä alkaa joko 8.00 tai 8.15. Keskustan ja Kalevan toimipisteissä aloitetaan pääasiassa 8.15, muissa 8.00. Koulupäivät päättyvät joko 15.45 tai 16.00. Tampereen teknillinen lukio ja Tampereen seudun ammattiopiston toimivat yhteisellä kampusalueella Hervannassa. Tredu aloittaa klo 8.00 ja Teklu klo 8.15. Vaikeuksia porrastuksessa ei ole ollut, mutta se on helpottanut koulumatkaa vähentämällä ruuhkia.



Kuva 4.1. Yläkoulut ja toisen asteen oppilaitokset Tampereella.

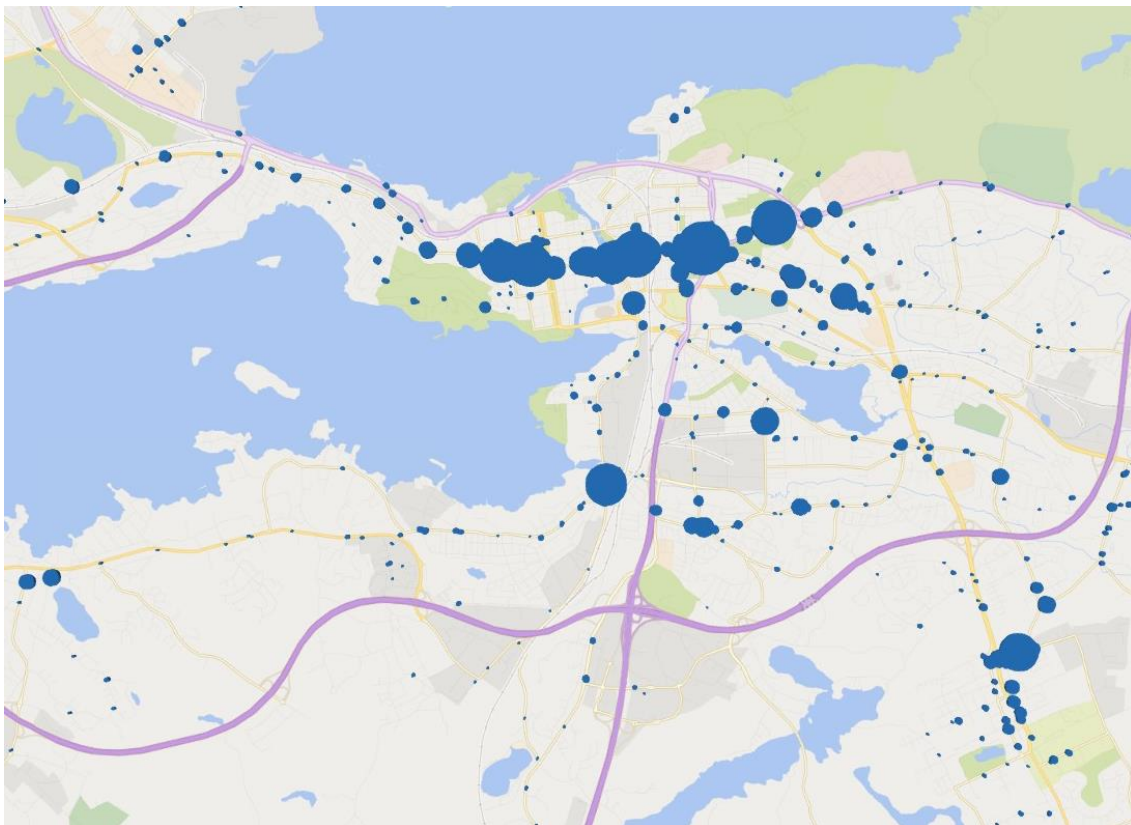
Yläkoulujen alkamisajoissa on lukioita enemmän hajontaa. Yläkoulujen päivät alkavat kuitenkin myös 8.00–8.30. Joidenkin yhtenäiskoulujen alkamisajoissa on porrastusta koulujen sisällä luokka-asteittain. Esimerkiksi kristillisen koulun alkamisajat on porrastettu siten, että 1. ja 2. luokan oppilailla koulupäivä alkaa 9.00 ja päättyy 14.00, 3. ja 4. luokan oppilailla päivä on 9.15–14.00, 5. ja 6. luokkien oppilailla 8.30–15.00 ja 7.–9. luokkien oppilailla 8.30–15.45. Sisäinen porrastus on kuitenkin yleisimmin järjestetty niin, että alakoululaiset tulevat esimerkiksi 10 minuuttia yläkoululaisia aiemmin tai sitten osa oppilaista aloittaa vasta toisella oppitunnilla. Esimerkiksi Etelä-Hervannan koulussa koulupäivät alkavat eri aikaan eri koulutaloilla. Koulujen sisäistä porrastusta on myös Linnainmaan koulussa ja Pohjois-Hervannan koulussa, joissa porrastus on ala- ja yläkoulujen välillä. Ensimmäisen tunnin jälkeen muut tunnit alkaa samaan aikaan, joten porrastus häviää koulupäivän aikana.

Rehtorien mukaan yläkoululaisista 50–100 prosenttia aloittaa koulupäivänsä aamulla ensimmäisellä tunnilla. Erityisesti keskusta-alueen kouluissa porrastaminen ensimmäisen ja toisen tunnin välillä on yleistä. Porrastukset iltapäivällä ovat yleisempiä kuin aamulla. Vähintään puolet oppilaista pääsee koulusta jo ennen viimeistä tuntia. Tässä tapahtuu kuitenkin merkittävää vaihtelua kouluittain.

4.3 Yläkoululaisten ja toisen asteen opiskelijoiden koulumatkat

Tampereella yläkoululaiset kulkevat koulumatkansa pääosin kävellen tai pyörällä, joilla tehdään noin 56–64 prosenttia yläkouluikäisten matkoista Tampereella. Joukkoliikenteellä tehdään 17–30 prosenttia matkoista. Toisen asteen opiskelijoiden koulumatkat ovat huomattavasti yläkoululaisten matkoja pidempiä ja niillä joukkoliikenteen osuus korostuu merkittävästi. 15–17 -vuotiaiden tekemistä matkoista noin puolet tehdään joukkoliikenteellä. Yli kahdeksantoista vuotiaiden keskuudessa osuus hieman laskee, sillä autoilun osuus kasvaa. (Kalenoja & Tiikkaja 2013.) Joukkoliikenteen käyttöön koulumatkoilla vaikuttaa muun muassa koulumatkan pituus. Lyhyillä matkoilla joukkoliikenteen käyttö on hyvin vähäistä, mutta lisääntyy selvästi yli 3 kilometrin matkoilla (Liikennevirasto 2012).

Joukkoliikenteellä tehdään 16–18 -vuotiaiden ikäryhmässä arkisin keskimäärin 12 257 matkaa vuorokaudessa. Näistä matkoista 3 565 tehdään aamulla 7–10. Iltapäivällä 13–17 tehdään 4 949 matkaa. Suurempi matkamäärä iltapäivällä johtuu muun muassa vapaa-ajan matkoista. Muina aikoina tehdään 3643 matkaa vuorokaudessa. Joukkoliikenteellä tehtäviä koulumatkoja voidaan tutkia joukkoliikennematkan alkupisteiden mukaan. Kuvassa 4.2 on esitetty toisen asteen opiskelijoiden joukkoliikennematkat iltapäivällä 14–17. Matkojen lähtöpysäkit keskittyvät 16–18 -vuotiaiden osalta muutamaan pisteeseen. Selkeitä keskittymiä ovat keskusta kokonaisuudessaan, Sammonkatu ja Teiskontie Kalevassa, Hervannan ammattioppilaitoksen pysäkit sekä Hatanpään lukio. Nämä keskittymät eroavat selkeästi muusta kaupungista, joten toimenpiteet on syytä suunnata näillä alueilla opiskeleviin.



Kuva 4.2. Toisen asteen opiskelijoiden tekemät joukkoliikennematkat yhtenä arkipäivänä klo 14–17.

Keskustan voimakas korostuminen oli odotettavissa, sillä keskusta-alueella sijaitsee useita kouluja. Lisäksi keskusta on merkittävä vaihtopiste linjalta toiselle. Kalevassa merkittäviä keskittymiä on Sammon keskuslukion (850 oppilasta), Kalevan lukion (590 oppilasta) sekä Tammerkosken lukion (620 oppilasta) lähistöillä. Sammonkadun Tredun lähistöllä nousuja taas tapahtuu vähän verrattuna oppilaitoksen kokoon (700 opiskelijaa). Myös Hervannan Tredu ja lukio korostuvat yllättävän vähän, vaikka alueella opiskelee noin 1600 toisen asteen opiskelijaa. Toinen yllättävä piste on Koivistontien Tredu, jossa opiskelee noin 800 opiskelijaa. Oppilaitoksen lähipysäkeiltä ei kuitenkaan tapahdu nousuja merkittävästi. Hatanpään lukion pysäkeiltä nousuja tapahtuu taas hyvin paljon verrattuna lukion kokoon (360 opiskelijaa). On siis mahdollista, että osa Tredun opiskelijoista kävelee Hatanpään valtatie varteen.

Lukioiden vieressä näkyy selvät kasaumat nousuja iltapäivällä, mutta ammatillisten oppilaitosten kohdalla nousijamäärät ovat pienemmät, vaikka oppilaitosten koko on yleensä suurempi. Yläkoululaisilla tai alakoululaisilla ei ole nähtävissä yhtä vahvoja keskittymiä. Lukioiden ja ammatillisten oppilaitosten eroihin saattaa osaltaan vaikuttaa ikärajaus (16–18-vuotiaat), jolla toisen asteen opiskelijoita tarkastellaan. Tästä huolimatta tulosten perusteella voidaan todeta, että ammatillisissa oppilaitoksissa opiskelevilla joukkoliikenteen kulkutapaosuus näyttää olevan pienempi kuin lukioissa opiskelevilla. Ammatillisissa oppilaitoksissa osa opiskelijoista voi olla esimerkiksi harjoittelussa muualla kuin koulun

alueella, joten päivittäin koulua käyviä opiskelijoita on vähemmän kuin koulussa opiske-
lijoita.

4.4 Koulujen reunaehdot porrastukselle

Eri koulutusasteilla on erilaisia vaatimuksia ja haasteita porrastamiseen liittyen. Porrastus vaikuttaa muun muassa koulujen lukujärjestysten suunnitteluun ja tilojen riittävyteen. Koulujen sisäinen kouluaikojen porrastaminen on haastavaa niin yläkouluissa kuin toisen asteen oppilaitoksissakin, sillä se vaikeuttaa lukujärjestysten ja aikataulujen suunnittelua sekä oppilaiden valvonnan järjestämistä esimerkiksi välitunneilla. Porrastaminen voisi kuitenkin auttaa esimerkiksi ruokailun järjestämisessä, joka isoissa yksiköissä pitää hoi-
taa porrastetusti. Lisäksi erityisesti yläkoulujen rehtorit toteavat, että porrastamisella voi-
taisiin pienentää koulutien ruuhkia ja liikenneskejä.

Sisäistä porrastusta voidaan toteuttaa helpommin esimerkiksi ala- ja yläkoulun välillä kuin luokka-asteiden välillä. Yläkouluissa ja lukioissa tuntikaavion on oltava yhtenäinen koko koululle, jotta tilojen käyttö olisi mahdollisimman tehokasta. Niin yläkouluissa kuin toisen asteen oppilaitoksissakin luokkahuoneet ovat useiden ryhmien käytössä ja opetus-ryhmät kiertävät luokkahuoneiden välillä. Sisäistä porrastusta voidaan kuitenkin toteuttaa esimerkiksi siten, että osa oppilaista tulee vasta toiselle tai kolmannelle oppitunnille. Tämä lähestymistapa sopii kuitenkin vain yläkouluihin ja ammatillisiin oppilaitoksiin. Lukiot ovat luokattomia, mikä estää kouluaikojen sisäisen porrastamisen luokkakohtai-
sesti. Jokainen opiskelija suunnittelee oman lukujärjestyksensä kurssitarjottimen poh-
jalta, joten jokaisen opiskelijan lukujärjestys voi olla erilainen. Osa oppilaista voi siis tulla vasta toiselle tai kolmannelle tunnille kouluun, mutta tätä ei kuitenkaan voida ohjata ulkopuolelta.

Koulujen välistä porrastusta vaikeuttaa se, että eri oppilaitosten välillä saattaa olla yhtei-
siä opettajia, jotka joutuvat kesken päivän vaihtamaan oppilaitoksesta toiseen. Tällöin yhteisestä tuntikaaviosta on hyötyä aikataulutuksen suunnittelussa. Myös opiskelijat saat-
tavat liikkua oppilaitosten välillä erilaisten painotusten takia. Esimerkiksi Tampereen kaupungin ylläpitämällä lukioilla on yhteiset tuntikaaviot, sillä kursseja voi valita myös toisen lukion kurssitarjonnasta. Tästä johtuen näiden lukioden päivien on alettava sa-
maan aikaan, jotta tämä liikkuvuus lukioden välillä voidaan mahdollistaa. Toisaalta yk-
sityisen ylläpitämällä kouluilla tällaista velvoitetta ei ole ja tunnit voidaan järjestää myös perinteisestä tuntikaaviosta poikkeavalla tavalla. Esimerkiksi Steiner-koulussa on tällä hetkellä poikkeava alkamisaika, kun koulupäivä alkaa 8.30.

Osa toisen asteen oppilaitoksista poikkeaa normaalista päivärytmistä, eikä niiden alka-
misaikoja ole tarpeellista eikä mahdollistakaan porrastaa. Tällaisia oppilaitoksia ovat muun muassa Tampereen konservatorio, jossa oppilaiden päiväohjelma muodostuu yk-
sittäisistä soittotunneista, yhtye- ja orkesteriharjoituksista ja joistakin ryhmäaineista,

jotka eivät kuitenkaan välttämättä toteudu vuosikursseittain. Myös Tampereen aikuiskoulutuskeskus sekä iltalukio eroavat muista ammatillisista oppilaitoksista erilaisen lukukausirytymin vuoksi.

Porrastus nähtiin mahdollisuutena tehostaa tilojen käyttöä. Pidemmälle viety ratkaisu tilojenkäytön tehostamiseen olisi erään rehtorin mukaan koulunkäynti aamu- ja iltavuoroissa. Koulupäivän pituutta ei yleensä haluta pidentää ja koulupäivien toivotaan sijoittuvan 8–16 välille. Osassa kouluista päivät ovat täyspitkiä jo valmiiksi, eikä niitä voida näin ollen enää pidentää. Eräässä oppilaitoksessa tuotiin esiin, että opettajat todennäköisesti vastustaisivat porrastuksia, mutta oppilaat voisivat olla tyytyväisiä myöhäisempiin alkamisaikoihin. Toisaalta oppilaat eivät kuitenkaan olisi luultavasti valmiita pidentämään koulupäiväänsä iltapäivästä. Lisäksi tuotiin esille toive, että koulun olisi hyvä alkaa 8.00–8.45, jotteivat koulupäivät veny kohtuuttomasti. Eräässä lukiossa huomattiin oppilaiden tulevan paremmin ajoissa kouluun, kun alkamisaikoja siirrettiin 15 minuuttia myöhäisemmäksi.

Kyselyn avulla tuli esille myös joitain koulukohtaisia erityispiirteitä, joilla on vaikutusta niin porrastamiseen kuin yleisesti oppilaiden ja henkilökunnan liikkumiseen. Esimerkiksi Normaalikoulussa on huomioitava opetusharjoittelijat (noin 300), jotka kulkevat koulun ja yliopiston väliä opetusharjoitteluiden takia. Tammerkosken lukio toimii Sampola-kampuksella yhdessä Tampereen seudun työväenopiston ja Sampolan kirjaston kanssa. Tammerkosken lukion viimeisen tunnin on päätyttävä 15.55, sillä työväenopisto aloittaa klo 16.00. Pyynikin, Hatanpään, Tesoman ja Sammon yläkoulujen päivärytmiin vaikuttavat oppilaiden painotukset, joita ovat esimerkiksi liikunta ja musiikki.

Kyselyn perusteella porrastamisen ulkopuolelle voitaisiin jättää Tampereen kristillinen koulu ja Tampereen Rudolf Steiner-koulu, joissa porrastus on jo nykyisellään käytössä sekä konservatorio, jossa ei ole selvää tuntikaaviota.

4.5 Porrastamisen kannalta kiinnostavat koulut ja porrastusehdotukset

Tarkempia tarkasteluita tehdään vain toisen asteen oppilaitoksiin. Yhteistyöhaluisia kouluja ovat muun muassa Tampereen yhteiskoulun lukio ja Kalevan lukio. Lisäksi tarkastelun kannalta mielenkiintoinen koulu on Tredun Santalahden toimipiste, johon on suunniteltu sijoitettavan noin 2000 opiskelijaa. Toimipisteen remontti valmistuu kahdessa osassa: ensimmäinen osa valmistuu toukokuussa 2016 ja toinen osa joulukuussa 2016. Opiskelijat siirtyvät Sairaalkadun, Pyynikintien ja Pirkankadun toimipisteistä ja toimipisteistä luovutaan tämän hetkisen arvion mukaan vuonna 2017. Toimipisteen koulupäivien alkamis- ja päättymisaikoja ei ole vielä suunniteltu.

Joukkoliikennematkojen perusteella toisen asteen opiskelijat näyttävät kuormittavan joukkoliikennettä lähinnä viidellä alueella: Hervanta, keskustan länsipuoli, Kaleva, Hatanpää sekä muu keskusta. Taulukkoon 4.1 on kerätty näiden alueiden opiskelijamäärät sekä alueen pysäkeiltä iltapäivän aikana tehtävät joukkoliikennematkat.

Taulukko 4.1. Opiskelijoiden jakautuminen eri alueille.

	Hervanta	Keskusta (länsipuoli)	Kaleva	Hatanpää	Muu keskusta
Opiskelija- määrä	1606	2979	4607	360	300
Joukkoliikenne- matkoja (iltapäivä)	180	549	930	160	1591

Tarkastelussa havaittiin, että porrastamisen kannalta mielenkiintoinen alue on keskustan länsipuoli. Länsikeskustassa on kuusi toisen asteen oppilaitosta sekä konservatorio. Niissä opiskelee noin 3100 opiskelijaa. Lisäksi Santalahden toimipisteeseen siirtyy noin 1200 opiskelijaa Sairaalkadun toimipisteestä. Keskusta-alueella noin 45 prosenttia aloittaa päivänsä 8.00–8.05 ja loput 55 prosenttia 8.15. Oppilasmäärät jakautuvat koulujen kesken taulukon 4.2 osoittamalla tavalla.

Taulukko 4.2. Keskustan länsipuolen toisen asteen oppilaitosten oppilasmäärät.

	Yhteis- koulun lukio	Svenska samsko- lan	Lyseo	Pirkan- katu	Pyynikin- tie	Palvelu- alan
Opp.määrä	850	59	570	250	1000	250
% alueen opp.mää- rät	27,7	1,9	18,6	8,2	32,6	8,2
Koulu alkaa	8.05	8.15	8.15	8.00 tai 8.15	8.15	8.00

Keskusta-alueella liikkuvien opiskelijoiden määrä tulee kasvamaan Santalahden toimipisteen avauduttua, joten liikenne keskusta-alueella lisääntyy. Nykyisellään liikenne sijoittuu aamun ruuhkapiikkeihin, joka osaltaan voi pakottaa tarjonnan lisäyksiin.

Edellä tehtyjen tarkasteluiden perusteella päädyttiin neljään eri porrastusvaihtoehtoon. Porrastamista tutkitaan seuraavissa tapauksissa:

- Porrastusvaihtoehto 1: 1500 toisen asteen opiskelijaa
- Porrastusvaihtoehto 2: 2000 toisen asteen opiskelijaa
- Porrastusvaihtoehto 3: 1000 alakoululaista, 2000 yläkoululaista, 2000 toisen asteen opiskelijaa
- Porrastusvaihtoehto 4: 1000 alakoululaista ja 2000 yläkoululaista 15 minuuttia myöhäisemmäksi, 2000 toisen asteen opiskelijaa puoli tuntia myöhäisemmäksi

Porrastuksia tarkastellaan tapauksissa 1–3 siirtämällä oppilaita 15, 30 tai 60 minuuttia aikaisemmaksi ja myöhäisemmäksi. Vaihtoehdossa 4 porrastaminen toteutetaan siirtämällä koululaisia 15 minuuttia eteenpäin ja toisen asteen opiskelijoita puoli tuntia eteenpäin. Porrastusvaihtoehto 1 on mahdollista toteuttaa vain Yhteiskoulun lukioon ja Santalahden toimipisteeseen kohdistuvilla toimenpiteillä. Vaihtoehto 2 vaatisi tarkastelun laajentamista esimerkiksi Kalevan lukiolla ja Sammonkadun Tredulla. Vaihtoehdoissa 3 ja 4 tarkastellaan porrastamista radikaalimmin, siirtäen lähes kaikkia ala- ja yläkoululaisia sekä 2000 toisen asteen opiskelijaa.

Taulukon osoittaman muutoksen lisäksi matkustajamäärät muuttuvat piikkien ulkopuolellakin porrastamisen vaikutuksesta. Muutokset eivät kuitenkaan ole yhtä suuria kuin piikkien aikaan.

Taulukosta huomataan, että vaikutukset ovat samanlaiset, oli kyseessä 1500 tai 2000 opiskelijan siirto. Porrastettavien lisäämisellä on pieni, muttei merkittävä, vaikutus muutoksen suuruuteen. Porrastusvaihtoehdoissa 3 ja 4 muutokset olivat selkeästi suurempia. Vaihtoehdolla 3 pystyttäisiin vaikuttamaan reilusti aamupiikkiin, vähentäen jopa 20 prosenttia piikin matkustajamäärää, mutta iltapäivällä vaikutukset vastaavasti ovat negatiivisia. Vaihtoehto 4 vähentää piikkien matkustajamäärää sekä aamulla että iltapäivällä, joten kokonaisuutena tulos on parempi. Yleisesti kaikkia vaihtoehtoja tarkastellessa huomataan, että aamun ruuhkapiikkiin vaikuttaminen on huomattavasti helpompaa kuin iltapäivän yksittäisiin piikkeihin. Jokaisessa tarkasteltavassa vaihtoehdossa aamupiikin matkustajamäärät vähenivät, mutta iltapäivän osalta muutosten suunta vaihteli.

Porrastamisen suunta vaikuttaa muutoksen suuruuteen. Opiskelijoiden ja oppilaiden porrastus myöhäisemmäksi vaikuttaa ruuhkapiikkiin aamulla enemmän kuin porrastus aikaisemmaksi. Iltapäivällä vaikutus vaihtelee riippuen porrastuksen määrästä. Tunnin porrastuksella aikaisemmaksi on suurempi vaikutus kuin porrastuksella tuntia myöhemmäksi. Tämä johtuu siitä, että aamun piikki on huomattavasti iltapäivän piikkejä suurempi, kun taas iltapäivän matkustajamäärä on levittäytynyt jo valmiiksi laajemmalle ajanjaksolle. Porrastamalla suuresti iltapäivällä, nykyinen porrastus häviää ja piikin matkustajamäärät pahenevat.

Porrastamisen suuruuden vaikutus muutoksen suuruuteen vaihtelee aamulla ja iltapäivällä. Mitä suurempi porrastus on (15, 30 vai 60 min), sitä suurempi on aamun pahimman piikin matkustajavähennys, oli porrastus kumpaan suuntaan vain. Iltapäivällä porrastus kasvattaa pahimman piikin matkustajamäärää sitä enemmän, mitä suurempi porrastus on. Tämä johtuu siitä, että nykyisin iltapäivä on jo hieman porrastettu ja lisäporrastaminen myöhemmäksi hävittää nykyistä porrastusta. Aikaisemmaksi porrastamisen vaikutus iltapäivän piikkiin riippuu myös porrastuksen määrästä.

Porrastettavien määrän lisääminen kasvattaa muutosta. Aamulla pahin piikki helpottuu sitä enemmän, mitä suurempi on porrastettavien määrä. Iltapäivällä vaikutukset ovat riippuvaisia porrastamisen määrästä. Vartin porrastuksella myöhemmäksi, suurempi porrastettavien määrä pienentää iltapäiväpiikkiä, puolen tunnin ja tunnin porrastuksella iltapäivän matkustajamäärät lisääntyvät. Aikaisemmaksi porrastamisen vaikutukset vaihtelevat tapauskohtaisesti.

Tulokset ovat myös riippuvaisia siitä, mitä ikäryhmää tarkastellaan. Työssä tehtiin tarkastelu, jossa 1000 alakoululaista, yläkoululaista, toisen asteen opiskelijaa, korkeakoulu-

opiskelijaa, aikuista ja eläkeläistä porrastettiin 15, 30 ja 60 minuuttia vuorotellen ja tulokset koottiin taulukkoon 5.2. Taulukon pohjalta tutkittiin, minkä ryhmän porrastukset vaikuttavat pahimpaan ruuhkapiikkiin eniten.

Tuloksena oli, että suurin vaikutus aamun ja iltapäivän pahimpiin ruuhkapiikkeihin saatiin ala- ja yläkoululaisten porrastuksella. Seuraavaksi vaikuttavin ryhmä olivat toisen asteen opiskelijat, sitten korkeakouluopiskelijat ja aikuiset sekä viimeisenä eläkeläiset. Aamuruuhkapiikkiin saatiin merkittäviä muutoksia ala- ja yläkoululaisten porrastuksilla, mutta iltapäiväpiikkiin vaikutukset olivat pienemmät. Mitä enemmän porrastettiin eteenpäin, sitä pienemmiksi positiiviset vaikutukset iltapäivällä koululaisten osalta muuttuivat. Puolen tunnin ja tunnin porrastukset jopa lisäsivät matkustajamääriä iltapäivällä, mikä on osoitus siitä, että iltapäivän porrastus poistaisi nykyistä porrastusta. Vartin porrastuksella saatiin sekä koululaisten että toisen asteen opiskelijoiden keskuudessa paras lopputulos iltapäivällä. Tämä kuitenkin edellyttää, että muutokset tapahtuisivat linjoilla, joissa vuoroväli ruuhka-aikaan on maksimissaan 15 minuuttia.

Taulukko 5.2. 1000 matkustajan porrastamisen vaikutus eri ikäryhmissä.

Muutosprosentti								
	Alakoululaiset		Yläkoululaiset		2. aste		26–64-vuotiaat	
	Aamu	Ip.	Aamu	Ip.	Aamu	Ip.	Aamu	Ip.
+ 15 min	– 2	– 0	– 2	– 1	– 2	– 1	– 0	– 1
– 15 min	– 1	– 1	– 2	– 2	– 1	– 0	– 1	– 2
+ 30 min	– 4	+ 1	– 4	+ 1	– 3	+ 0	– 1	– 1
– 30 min	– 2	– 0	– 2	– 2	– 2	+ 1	– 1	– 0
+ 60 min	– 5	+ 3	– 5	– 0	– 4	+ 1	– 2	– 1
– 60 min	– 2	– 1	– 3	– 2	– 3	– 0	– 1	– 1

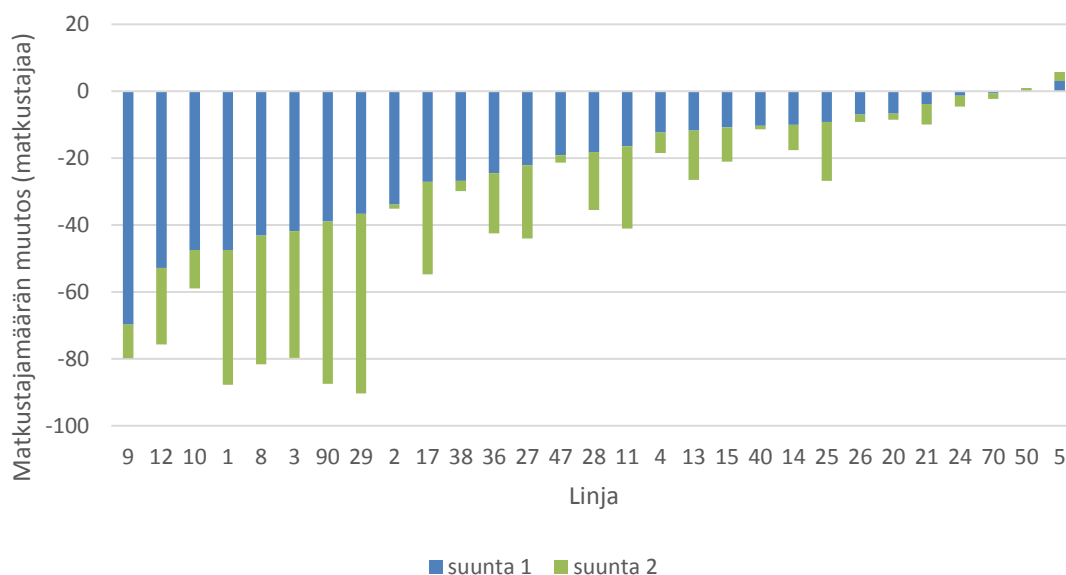
Jos samaa tuhannen matkustajan siirtoa sovelletaan työikäisten ikäryhmässä, vaikutukset olisivat lähes samanlaisia riippumatta siitä mihin suuntaan tai kuinka suurena porrastus tehtiin. Vaikutus aamupiikkiin oli kuitenkin suhteessa huomattavasti koululaisten ikäryhmiä pienempi. Iltapäivällä muutos oli joissain tapauksissa koululaisten aiheuttamaa muutosta suurempi. Koululaisten ja opiskelijoiden tekemistä matkoista merkittävä osa sijoittuu pahimpiin piikkeihin. Tämän takia koululaisten ja opiskelijoiden porrastamisella voidaan saavuttaa suuremmat vaikutukset kuin muiden ikäryhmien, vaikka porrastettavien määrä olisikin sama.

Tunnin porrastuksen toteuttaminen käytännössä on hankalaa, joten se jätetään jatkotarkasteluissa huomiotta. Kuten edellä huomattiin, porrastus tapauksissa on järkevintä tarkastella koululaisia ja opiskelijoita. Lopputuloksena voidaan sanoa, että paras tulos sekä aamun että iltapäivän osalta saadaan, jos porrastus toteutetaan aamulla puolen tunnin siirrolla eteenpäin ja iltapäivällä vartin siirrolla eteenpäin. Tällöin matkustajamäärät muuttuvat parhaimmillaan aamupiikissä noin 19 prosenttia (808 matkustajaa) ja iltapäiväpiikin osalta noin 4 prosenttia (126 matkustajaa). Tuntitasolla tarkasteltuna aamupiikki 7–8 pienenee noin 8 prosenttia. Kyseisen porrastuksen toteuttaminen käytännössä olisi kuitenkin hankalaa, joten jatkossa tarkastellaan vaihtoehtoja 3 ja 4. Vaihtoehdosta 3 valitaan tilanne, jossa porrastus toteutetaan puolen tunnin siirrolla eteenpäin.

5.2 Vaikutukset matkustajamääriin linjatasolla sekä linjojen tarjontaan

Matkustajamäärien muutokset linjatasolla ovat pieniä porrastusvaihtoehdoissa 1 ja 2, joissa siirrellään vain toisen asteen opiskelijoita. Matkustajat jakautuvat usealle linjalle sekä kahdelle suunnalle per linja, joten tarvitaan suuret määrät matkustajia, jotta muutoksia tapahtuu. Tämän vuoksi vaikutuksia matkustajamääriin linjatasolla tarkastellaan vain porrastusvaihtoehdon 3 tapauksessa. Vaihtoehto 4 otetaan mukaan yksittäisiä linjoja tarkasteltaessa. Vaihtoehdossa 3 muutos koko verkon matkustajamäärissä on merkittävä aamupiikin aikana, mutta kustannussäästöjen suuruus riippuu olennaisesti siitä, miten vähennykset sijoittuvat linjoille. Tarkastelua varten linjojen nykyiset ja muuttuvat matkustajamäärät aamuruuhkan (7–8) aikana, muutosprosentti, muutos suunnittain sekä koululaisten ja toisen asteen opiskelijoiden osuus matkustajista kerättiin taulukkoon. Taulukko löytyy liitteestä E.

Kuvassa 5.1 on esitetty linjoilla tapahtuvat muutokset tunnin aikana suunnittain. Suurimmalla osasta linjoista vaikutukset matkustajamääriin ovat pieniä, mutta osalla linjoista tapahtuu yli 80 matkustajan vähenemä aamun ruuhkatuntina. Suurimmat muutokset tunnin aikajaksolla tapahtuvat linjoilla 1, 3, 8, 9, 29 ja 90. Myös linjoilla 10, 12 ja 17 muutokset ovat merkittäviä.



Kuva 5.1. Nousijamäärän muutos ruuhkatunnin 7–8 aikana vaihtoehdossa 3.

Suurin muutosprosentti on linjoilla 15, 38, 47 ja 90. Näillä linjoilla vuoroväli on kuitenkin sen verran harva, ettei niiden tarjontaa ole mielekästä vähentää, joten niitä ei tarkastella tarkemmin porrastusmielessä. Seuraavaksi suurin muutosprosentti on linjoilla 9, 10, 12, 27 ja 29.

Kun poistetaan tarkasteltavista linjoista kaikki linjat, joilla on pitkä vuoroväli, sekä linjat, joilla tapahtuu vain pieniä muutoksia, huomataan, että kiinnostavimpia ovat linjat 1, 3, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 25, 26, 28 ja 29. Linjat 1, 3, 8, 13, 17, 26, 28 ja 29 ovat heilurilinjoja, joten vähentyvän matkustajamäärän vaikutusta tarjontaan on vaikeampi arvioida. Muutoksen pitäisi olla noin kaksinkertainen tavalliseen linjaan nähden, jotta tarjontaa voitaisiin vähentää. Tämän takia heilurilinjoista tarkastellaan vain linjoja 1 ja 28, joilla ruuhkaongelma on erittäin suuri. Linjalla 25 kysyntä ja tarjonta ovat suhteellisen tasaisia nykyisellään, joten sitä ei tarkastella. Tarjontatarkasteluun valittiin linjat 1, 9, 10, 12, 26 ja 28. Linjojen nousumäärien jakautumisesta piirrettiin kuvaajat nykytilanteessa sekä vaihtoehdoissa 3 ja 4. Kuvaajat ovat liitteessä F. Tarjonnan vähentämismahdollisuuksia tarkasteltiin kuvaajien ja liitteen E taulukon avulla.

Linjan 1 nousijamäärät tasoittuvat merkittävästi porrastamisen myötä sekä aamulla että iltapäivällä. Matkustajakuormitus pienenee noin 40–50 matkustajalla per suunta tunnin aikana. Vartin aikajaksolla tapahtuva muutos linjalla 1 on suurin 7.00–7.15, jolloin matkustajia siirtyy pois 85. Tämä jakautuu suunnittain lähes tasan. Muutokset ovat merkittävämpiä vaihtoehdossa 3 kuin vaihtoehdossa 4. Kysyntä lisääntyy myöhäisemmällä jaksolla, mutta tarjonta on 8–9 välillä jo valmiiksi tarpeeksi suurta, joten tarjontaa ei tarvitse lisätä. Vuoroja voidaan vähentää piikistä 1 tai 2. Vuoroja jää kuitenkin vähennyksistä huolimatta 8 tunnissa molempiin suuntiin. Linjan vakiotarjonnan liikennöintiin käytetään

10 autoa, joiden lisäksi on käytössä 10 ruuhka-autoa. Ruuhka-autoista kaksi on käytössä alle tunnin. Vähennykset tarjonnassa kohdistuisivat näihin autoihin.

Linjan 9 piikki tasoittuu merkittävästi porrastamisen myötä. Linjan 9 koululaisliikenteestä noin 87 prosenttia suuntautuu aamu ruuhkan aikaan keskustan suuntaan. Matkustajamäärät vähenevät aamulla 7–8 välillä keskustan suuntaan 70 matkustajalla. Vähennys voisi riittää vuoron vähentämiseen. Vartitiasolla suurin vähennys on 7.45–8.00, jolloin nousijamäärä pienenee 33 matkustajalla. Porrastaminen aiheuttaa kuitenkin uuden piikin klo 8.15. Linjalla 9 on käytössä kuusi autoa vakiotarjonnan hoitamiseen. Ruuhka-autoja on lisäksi kolme, joista yksi on käytössä myös muilla linjoilla. Jotta linjalta saadaan auto poistettua, on tarjonnan vähennettävä 8 vuorosta tunnissa seitsemään vuoroon tunnissa. Tämä tarkoittaisi yhteensä noin 10 vuoron poistamista.

Linjan 10 matkustajamäärä vähenee keskustan suuntaan 47 matkustajalla ruuhkatunnin aikana. Linjalla muutokset vartin aikajaksoilla ovat niin pieniä, ettei vuoroja pystytä säästämään. Lisäksi linjaa liikennöidään kuudella autolla, joista yksikään ei ole selvä ruuhka-auto. Linjalla 12 vähennys keskustan suuntaan on 53 matkustajaa ja toiseen suuntaan 23 matkustajaa. Kysyntä tasoittuu porrastamisen myötä, mutta muutokset eivät ole merkittäviä. Vuorojen vähentäminen huonontaisi linjan palvelutasoa kasvattamalla ruuhka-ajan vuoroväliä 20 minuuttiin.

Linjalla 26 matkustajamäärä pienenee piikin 7.15–7.30 aikana 78 matkustajalla. Tästä noin 60 matkustajaa liikkuu keskustan suuntaan. Merkittävä osa linjan kuormituksesta tulee Multisillan alueelta. Aamulla linjalla ajaa yksi puolikas vuoro (päätepysäkki keskustassa), joka linjan ainut ruuhkavuoro. Tämä vuoro voitaisiin poistaa porrastuksen ansiosta. Toisaalta porrastus aiheuttaa noin 80 matkustajan kasvun nousijamäärissä puoli tuntia myöhemmin, joten vuoroa ei todellisuudessa voida poistaa, vaan se täytyy vain siirtää toiseen ajankohtaan. Myöskään porrastuksen toteuttaminen vaihtoehdon 4 mukaan ei riitä vähentämään lisäauton tarvetta, vaan auto tarvitaan 7.30–7.45. Linjalla on normaalisti puolen tunnin vuoroväli lukuun ottamatta aiemmin mainittua yhtä ruuhkavuoroa aamulla ja yhtä ruuhkavuoroa iltapäivällä.

Linjalla 28 oppilaat jakautuvat molemmille suunnille suurin piirtein tasan. Linjan rakenteesta johtuen voidaan olettaa, että suurin kuormitus on ruuhka-aikaan aina sillä linjaosuudella, joka suuntaa keskustaan, kun taas loppuosuus on huomattavasti hiljaisempi. Linjan pahin piikki on 7.15–7.30 tapahtuvilla lähdöillä. Porrastuksen ansiosta matkustajamäärä pienenee noin 100 matkustajalla molemmissa tapauksissa. Toisaalta 7.45–8.00 matkustajamäärä lisääntyy noin 30–40 matkustajalla. Pahimmalta piikiltä voidaan siis vähentää noin 1–2 vuoroa, mutta puolituntia myöhäisemmäksi tarvitaan mahdollisesti lisävuoro. Linjalla on käytössä 5 autopäivää, jotka riittävät vakiotarjonnan ylläpitoon. Ruuhkavuoroja on päivän aikana yhteensä 6. Ne hoidetaan neljällä lisäautolla, joista osa on käytössä muillakin linjoilla. Yhden vuoron vähentäminen per suunta vähentäisi lisäauton tarvetta yhdellä tai kahdella autolla.

Tuloksista huomataan, että linjakohtaisten muutosten suuruus vartin aikajaksolla riippuu matkustajien jakautumisesta vuoroille nykytilanteessa. Toisilla linjoilla ruuhkatunnin jokainen neljännes on tasaisesti kuormittunut koululaisista, kun taas toisilla linjoilla kuormittuminen korostuu vain yhdellä tai kahdella neljänneksellä. Jos kysyntä on suurta vain pienen ajanjakson, on porrastamisen aiheuttama muutoskin suuri vain lyhyen aikaa ja muutos siirtyy usein toiselle ajankohdalle. Tällöin tarjonta voidaan mahdollisesti vähentää toiselta ajankohdalta, mutta sitä täytyy lisätä toiseen. Jos kysyntä on tasaisemmin jakautunut ruuhkaisimmalle tunnille, on myös muutos eri neljänneksinä tasaisempi. Tästä johtuen myös tuntimuutosten suuruus vaihtelee linjoittain. Tuntitasolla muutos saattaa olla pieni, vaikka koululaisten ja opiskelijoiden osuus linjan matkustajista olisikin suuri ja toisin päin.

Muutoksen suuruus on verrannollinen myös koululaisten osuuteen matkustajista. Kärjistettynä voidaan sanoa, että mitä suurempi osuus matkustajista on koululaisia, sitä suurempi tapahtuva muutos on suhteessa linjan alkuperäiseen matkustajamäärään. Yhteys on kuitenkin havaittavissa merkittävänä vain vartin aikatasoilla tarkasteltuna. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei linjan matkustajamäärä tai koululaisten osuus yksistään kerro muutoksen suuruudesta tuntitasolla tarkasteltuna. Yksittäisen vartin jaksolla yhteys on havaittavissa, mutta pidemmällä aikajaksolla linjakohtainen jakauma muuttuu merkittävämmäksi.

Pahin piikki on eri linjoilla eri aikaan. Suurin muutos sijoittuu eri linjoilla eri vartin aikajaksoille. Tämä johtuu linjojen pituuksien vaihtelusta, jolloin osa linjoista lähtee huomattavasti toisia aikaisemmin päätepysäkiltä vaikka ne olisivatkin keskustassa samaan aikaan. Tästä hyvä esimerkkipari ovat linjat 1 ja 2. Linjalla 1 suurin muutos tapahtuu 7.00–7.15 (24 %), kun taas linjalla 2 muutos sijoittuu aikavälille 7.30–7.45 (21 %). Pitkillä linjoilla kuormitus tasoittuu jo tarkastelutunnin (7–8) sisällä, kun taas lyhyillä linjoilla muutokset ulottuvat seuraavan tunnin puolelle.

5.3 Vaikutukset kustannuksiin

Tarkastelluista linjoista vähennyksiä vuorotarjonnassa voisi tapahtua linjoilla 1, 9 ja 28. Vaikutuksia ei voida tässä tutkimuksessa tutkia kaikilta Tampereen linjoilta, joten muiltakin linjoilta voitaisiin mahdollisesti saada säästöjä. Tarkasteluun valittiin mahdollisimman erilaisia linjoja, jotta ilmiö tulisi esiin mahdollisimman hyvin.

Linjalla 1 vähennykset mahdollistaisivat kahden autopäivän säästön. Yhden vuoron poistamisella säästettäisiin 160 euroa vuorokaudessa ja kahden vuoron poistamisella 320 euroa vuorokaudessa. Linjalla 9 muutokset säästäisivät noin 450 euroa vuorokaudessa, mutta muutoksen suuruudesta ei voida olla tarkastelun perusteella varmoja. Linjalla 28 vähennykset tarkoittaisivat noin 160 euron säästöjä vuorokaudessa, jos auto voitaisiin poistaa. Linjalla on kuitenkin käytössä muiden linjojen kanssa yhteisiä autokiertoja, joten auton poistaminen ei luultavasti ole mahdollista.

Vuositasolla saavutettaisiin tarkasteltavilta linjoilta parhaimmillaan noin 186 000 euron säästöt. Todennäköisesti muutoksia voitaisiin tehdä vain linjalle 1, jolloin säästöt olisivat 32 000–64 000 euroa vuodessa. Tarkastelluilta linjoilta ei ole mahdollista saada merkittäviä kustannussäästöjä porrastamisen vaikutuksesta. Porrastamisella voisi kuitenkin olla vaikutusta osalla linjoista, jotka jätettiin työssä tarkastelematta. Vaikka porrastamisella ei ole mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä tällä hetkellä, sillä voidaan helpottaa kuormittuneimpien vuorojen ruuhkautuneisuutta ja näin säästyä uusilta kaluston lisäyksiltä lähitulevaisuudessa, vaikka joukkoliikenteen matkustajamäärät kasvaisivat.

Tulokset tukevat työssä aiemmin tehtyä oletusta, että kustannussäästöjä olisi helpoin saada aikaan linjoilla,

- joiden matkustajamäärät ovat riittävän suuret
- joiden vuorotarjonta on riittävän hyvä (>3 vuoroa tunnissa/suunta)
- joilla on nähtävissä selvät kysyntäpiikit
- joilla on käytössä ruuhka-autoja ruuhkapiikin hoitamiseen
- joilla porrastettavan ikäryhmän osuus on tarpeeksi suuri.

Yksittäisten linjojen kustannuksiin voidaan mahdollisesti vaikuttaa, jos toimenpiteet pystytään kohdistamaan oikeisiin linjoihin ja kouluihin. Tämä kuitenkin vaatisi parempaa tietoa koululaisten ja työmatkalaisten matkustuskäyttäytymisestä. Esimerkiksi linjalla 26 voisi auttaa porrastus, joka tehdään eri kouluille erisuuruisena.

Kustannussäästöjä kannattaa etsiä linjoilta, joissa on paljon tarjontaa sekä paljon matkustajia. Porrastamisella taas voidaan vaikuttaa linjoihin, joilla koululaisten ja opiskelijoiden osuus on suuri. Porrastuksella voidaan saada merkittäviä vaikutuksia kokonaiskysyntään sekä kysyntään yksittäisillä linjoilla. Porrastamisen vaikutukset ovat kysyntää tasoittavia.

6. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

6.1 Yhteenveto

Kysynnän vaihtelut ovat joukkoliikenteen suunnittelun kannalta merkittävä ongelma. Vaihtelua matkustajamäärissä tapahtuu niin ajallisesti kuin suunnittainkin. Tästä yleinen esimerkki on linja, jolla kysyntä on suurta aamulla keskustan suuntaan, keskipäivällä pientä molempiin suuntiin ja illalla suurta keskustasta pois päin. Pahimmillaan kysyntäpiikit voivat sijoittua hyvinkin pienelle aikajaksolle, jolloin päivän matkustajamääristä merkittävä osa liikkuu parin tunnin aikana. Kysynnän vaihtelut lisäävät kustannuksia aiheuttamalla kaluston epätasaista kuormitusta suunnittain sekä epätaloudellisia, lyhyitä autokiertoja.

Tampereen kaupunkiseudulla matkustaa joukkoliikenteellä vuosittain yli 33 miljoonaa matkustajaa. Päivän matkustajista noin 10 prosenttia liikkuu aamuruuhkapiikin (7–8) aikaan ja 10 prosenttia iltapäiväruuhkapiikin (15–16) aikaan. Tarjonta hoidetaan pitkien autopäivien ja ruuhka-autojen avulla. Pitkiä, yli 8 tuntia ajossa olevia autoja on liikenteessä päivittäin 158. Lyhyitä, alle 8 tunnin autokiertoja on päivittäin 54. Lyhyillä autokierroilla kaluston pääomakustannusten osuus autokierron kokonaiskustannuksista on vajaa 20 prosenttiyksikköä suurempi kuin koko päivän ajossa olevilla autokierroilla. Kysynnän vaihteluista aiheutuvat kustannukset ovat Tampereen kaupunkiseudulla noin 4,5 miljoonaa euroa vuodessa.

Kysynnän vaihteluista aiheutuvia kustannuksia voidaan yrittää lievittää vaikuttamalla ihmisten matkustuskäyttäytymiseen. Tavoitteena on tasata nykyistä piikkiä leviämään laajemmalle ajanjaksolle. Ruuhkapiikit aiheutuvat pääasiassa työ- ja koulumatkaliikenteestä, joten toimenpiteet tulee kohdistaa näihin ikäryhmiin. Lisäksi Tampereella ruuhkapiikkien kuormitusta vähentää jo seniorialennus, jonka yli 65-vuotiaat tamperelaiset ja pirkkalalaiset saavat matkustaessaan 9–14.

Kysyntäpiikkeihin voidaan vaikuttaa hinnoittelulla, koulu- ja työaikojen porrastamisella sekä joustavien työaikojen käytöllä. Porrastamisen pääasiallinen kohderyhmä ovat koululaiset ja opiskelijat. Porrastamisen vaikutukset ovat suurimpia linjoilla, joilla koululaisten osuus matkustajista on suuri. Hinnoittelu toimii keinona työikäisten ja korkeakouluopiskelijoiden kysynnän ohjaukseen. Joustavat työajat ovat yleistyessään pienentäneet joukkoliikenteen kysyntäpiikkejä, mutta vaikutusta voitaisiin edelleen voimistaa erilaisin kannustimin.

Työssä tutkittiin, miten koulu aikojen porrastaminen vaikuttaisi kysyntään, tarjontaan ja kustannuksiin. Porrastamista tutkittiin tapauksissa, joissa opiskelijoita siirrettiin 15 minuuttia, 30 minuuttia tai 60 minuuttia aikaisemmaksi tai myöhäisemmäksi. Porrastamalla

kouluaikoja voidaan vaikuttaa aamun pahimpaan ruuhkapiikkiin. Vaikutus on suurempi kuin jos liikuteltavana olisi samankokoinen työikäisten ikäryhmä. Aamulla on helpompi saavuttaa positiivisia vaikutuksia kuin iltapäivällä. Jokainen tarkasteltu tapaus helpotti aamupiikkiä, mutta osa pahensi iltapäiväpiikkiä.

Mitä suurempi määrä koululaisia porrastetaan, sitä suuremmat vaikutukset matkustajamääriin porrastuksella on. Suurimmat vaikutukset aamupiikkiin saadaan puolen tunnin ja tunnin porrastuksilla, näillä kuitenkin iltapäivän piikki ei helpotu tai pahenee. Kokonaisuudessaan parhaaseen tulokseen voitaisiin päästä porrastuksella, jossa kaikkia koululaisia porrastetaan aamulla 30 min ja iltapäivällä 15 min eteenpäin. Tämä vaatisi kuitenkin koulupäivän pituuden lyhentämistä 15 minuutilla. Toinen vaihtoehto on että ala- ja yläkoululaiset tulisivat kouluun 15 min myöhemmin ja toisen asteen opiskelijat 30 min myöhemmin. Tämä pienentäisi aamupiikkiä 14 prosentilla ja iltapäiväpiikkiä 2 prosentilla.

Porrastamisen vaikutukset riippuvat koululaisten osuudesta ruuhkapiikin matkustajista sekä sijoittumisesta ruuhkatunnille. Koululaisten ja opiskelijoiden tekemistä matkoista merkittävä osa sijoittuu pahimpiin piikkeihin. Tämän takia koululaisten ja opiskelijoiden porrastamisella voidaan saavuttaa suuremmat vaikutukset kuin muiden ikäryhmien, vaikka porrastettavien määrä olisikin sama. Kuitenkin johtuen koululaisten pienestä kokonaismäärästä, vaikutuksia kustannuksiin on hyvin vaikea saada pelkillä kouluaikojen porrastuksilla. Lisäksi iltapäivän piikkiin koululaisten porrastuksilla voi olla negatiivisia vaikutuksia. Mitä enemmän kouluaikoja porrastetaan, sitä enemmän koululaiset liikkuvat samoihin aikoihin työssäkäyvien kanssa iltapäivällä.

Kustannussäästöjä saataisiin porrastamisella helpoiten poistamalla lyhyitä autokiertoja. Lyhyitä autokiertoja on linjoilla 1, 2, 3, 8, 11, 13, 17, 21, 28, 33, 36, 63 ja 90. Alle 5 tunnin autokierrot poistamalla voitaisiin säästää 5532 euroa vuorokaudessa ja 1,1 miljoonaa euroa vuodessa. Nämä vuorot sijoittuvat pääasiassa juuri pahimpien piikkien kohdalla aamulla sekä iltapäivällä. Tarkastelluilla linjoilla porrastuksilla saatiin vain pieniä vaikutuksia tarjontaan. Vain linjalla 1 on nähtävissä niin selvää kysynnän tasoittumista, että lyhyitä autokiertoja voitaisiin poistaa. Muilla tarkastelluilla linjoilla kysyntäpiikki tasoitui, mutta osa siirtyi toiseen ajankohtaan, jolloin kokonaistarjonta ei kuitenkaan pienene. Tarkasteluiden perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että porrastaminen vaikuttaa eniten linjoihin, joiden matkustuskysyntä on suuri ja koululaisten osuus matkustajista riittävän suuri. On myös huomioitava, että porrastettavan linjan vuorotarjonnan on oltava sellainen, että sieltä voidaan poistaa vuoroja palvelutasoa huonontamatta.

Porrastaminen saattaa joissain tapauksissa vaikuttaa vain rajattuihin linjoihin, mutta usein vaikutukset jakautuvat useille linjoille. Esimerkiksi työssä käsitelty kouluaikojen porrastaminen keskustan länsipuolen kouluissa ja oppilaitoksissa vaikuttaa huomattavasti tasaisemmin kaikkiin linjoihin kuin esimerkiksi Hervannan oppilaitoksiin kohdistuvat porrastukset. Toisaalta linjakohtaisesti suurempia vaikutuksia voitaisiin saada keskittämällä tarkastelu kouluihin, jotka kuormittavat vain muutamaa linjaa.

6.2 Tutkimuksen arviointi

Tutkimus onnistui vastaamaan esitettyihin tutkimuskysymyksiin hyvin. Kysynnän vaihteluita kuvattiin teorian ja joukkoliikenteen käyttäjämäärien valossa niin yleisesti kuin Tampereen kaupunkiseudullakin. Työssä esitettiin kysynnän vaihteluista aiheutuvat kustannukset ja tarkasteltiin erikseen porrastamisen vaikutuksia kalustonkäyttöön ja kustannuksiin.

Tutkimukseen liittyi useita arvioita sekä yleistyksiä, jotka vaikuttavat sen luotettavuuteen. Työn lähtötietona käytettiin matkadataa, joka on yhdeltä viikolta tammikuulta 2015. Vain yhden viikon tulosten käyttö voi vääristää tuloksia, jos matkustajamäärät poikkeavat normaaleista suuresti. Erityisesti toisen asteen oppilaitoksissa joukkoliikenteen käyttö voi vaihdella viikoittain esimerkiksi harjoitteluiden takia. Myös itse matkadataan liittyi muutamia rajoitteita, jotka saattavat vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Matkadatasta puuttui tietoa siitä, mihin vuoroon nousu tehtiin, joten tämä laskettiin nykyisen tarjonnan avulla. Laskennan tuloksena vain 1 prosentti eli 3538 nousua jäi yhdistämättä lähtöön. Ongelmia yhdistämisessä oli linjoilla 35, 41, 72, 92, mutta kyseiset linjat eivät ole merkittäviä työn tarkasteluiden kannalta. Datassa oli myös 21 055 lähtöä, joilta puuttui lähtöpysäkki. Tämä on noin 3 prosenttia nousuista.

Ikäryhmien arviointi tehtiin työssä syntymävuoden mukaan, mikä saattaa ammatillisten oppilaitosten kohdalla hieman vääristää tuloksia. Ammatillisissa oppilaitoksissa opiskelee paljon myös vanhempia opiskelijoita sekä aikuisopiskelijoita, eikä heidän osuuttaan pystytty työssä arvioimaan.

Käytetty malli kysynnän sijoittumiseen perustuu nykyiseen matkustuskysyntään ja sillä siirreltiin matkustajia vain yhdeltä ajankohdalta toiselle. Malli kuvaa koululaisten tapauksessa hyvin porrastamista, muttei soveltuisi työpaikkojen porrastuksien tutkimiseen.

Taivainen (1981) totesi, ettei porrastuksilla voida saada riittävästi vaikutuksia kysynnässä, jotta merkittäviä kustannussäästöjä ja muutoksia voitaisiin saavuttaa. Tässä tutkimuksessa tultiin samaan lopputulokseen. Porrastamalla saataisiin tasattua kysyntää kuitenkin merkittävästi ja pienennettyä joukkoliikenteen kuormittuneisuutta.

6.3 Toimenpidesuosituksiset ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kouluaikojen porrastamisella olisi merkittävät positiiviset vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin pahimpien ruuhkapiikkien kohdalla. Vaikutusten suuruus riippuu porrastamisen suuruudesta. Yksittäisillä toimenpiteillä (vain yhden tai kahden koulun porrastus) ei voida saada riittäviä muutoksia matkustajamäärissä, jotta kustannussäästöjä syntyisi. Tampereella on toteutettava laajempi kouluaikojen porrastus, jos halutaan saavuttaa muutoksia. Porrastamalla kouluajat

siten, ettei yksikään koulu aloita päiväänsä kahdeksalta, voitaisiin tasata pahimman ruuhkapiikin matkustajamäärää merkittävästi. Kouluaikojen porrastuksella on vaikutuksia oppilaiden lisäksi myös opettajiin, joiden työajat porrastuvat samalla tavalla. Lisäksi alakoululaisten osalta voidaan olettaa myös osan vanhemmista muuttavan matkustustottumuksiaan, jotta voi saattaa lapsen kouluun työmatkalla.

Vaikka porrastamalla saavutetut säästöt ovat pieniä, vähentää porrastaminen merkittävästi joukkoliikenteen ruuhkautuneisuutta. Aamuruuhkan aikaan joukkoliikennevälineet ovat hyvin ruuhkautuneita, mikä alentaa matkustusmukavuutta merkittävästi. Porrastamalla saadaan vähennettyä matkustajamääriä kuormittuneimmilla vuoroilla. Lisäksi porrastaminen auttaa väestönkasvun aiheuttaman joukkoliikenteen käyttäjämäärien kasvun hallinnassa. Ilman porrastuksia on todennäköistä, että pahimpien piikkien matkustajamäärät jatkavat kasvuaan ja tarjontaa joudutaan lisäämään merkittävästi.

Jatkossa olisi hyvä olla yhteydessä ainakin Tredun Santalahden toimipisteeseen, jonka remontin ensimmäinen osa valmistuu syksyllä 2016. Toimipisteessä tulee opiskelemaan 2000–2500 toisen asteen opiskelijaa, mikä tarkoittaa joukkoliikenteen kannalta merkittäviä lisäyksiä alueen opiskelijamäärissä. Koulupäivien alkamis- ja päättymisajat olisi mahdollista suunnitella siten, että joukkoliikenteen kuormittuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Lisäksi porrastamista olisi hyvä lähteä viemään eteenpäin erityisesti niillä alueilla, jotka sijaitsevat kuormittuneimpien linjojen varrella. Porrastukset on tärkeää tehdä 15 tai 30 minuutin suuruisina, jottei iltapäivän piikki kasvaisi.

Tutkimus keskittyi kysynnän vaihteluiden yleiseen kuvaamiseen, eikä se anna selkeää mallia siitä, miten porrastus käytännössä tulisi toteuttaa. Porrastamisen toteuttamiseksi tulisi tutkia, miten toisen asteen opiskelijat kuormittavat joukkoliikennettä ja mitä linjoja minkäkin koulun oppilaat käyttävät.

Jatkossa olisi hyvä tutkia tarkemmin keinoja, joilla voidaan vaikuttaa työssäkäyvien matkustuskäyttäytymiseen. Yli puolet ruuhkapiikin matkustajista kuuluu tähän ryhmään, joten toimenpiteet kannattaisi suunnata tähän ryhmään. Aikuiset voivat muuttaa matkustamistaan sekä aikaisemmaksi että myöhäisemmäksi, mikä voisi tasoittaa joukkoliikenteen piikkejä molempiin suuntiin. Mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi myös tutkia tarkemmin liikkumisen ohjauksen menetelmiä ja niiden soveltuvuutta Tampereelle.

Isommassa mittakaavassa kaupungin olisi hyvä vaikuttaa yhdyskuntarakenteeseen niin, että joukkoliikenne kuormittuisi tasaisemmin molempiin suuntiin. Olisi hyvä myös tutkia joukkoliikenteen kysynnän ja tarjonnan suunnittelun yhteyttä eli miten kysynnän perusteella voidaan suunnitella joukkoliikennettä.

LÄHTEET

Alku, A. (2007). Mennäänkö metrolla? - joukkoliikenteen uusi aika, Anria kustannus oy, Helsinki 2007, 140 s.

Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., Wardman, M., White, P., (2004). The demand for public transport: a practical guide, Transportation Research Laboratory Report TRL593, Transportation Research Laboratory, London, UK.

Bolland, J. & Ashmore, D. (2002). Traffic peak spreading in congested urban environments, Australian Transport Research Forum 2002.

Charles, P., Tavassoli, A. (2013). Future Growth Strategies: final report, Strategies to Address Future Urban Passenger Rail Growth, CRC for Rail Innovation, 92 p.

Cheng, Y. (2010). Exploring passenger anxiety associated with train travel, Transportation (2010) Vol. 37, No. 6, pp. 875–896.

Currie, G. (2011). Design and impact of a scheme to spread peak rail demand using pre-peak free fares, European Transport Conference, Glasgow, 10–12 October 2011.

Fernández, R. (2011). Experimental study of bus boarding and alighting times, European Transport Conference, Glasgow, 10–12 October 2011.

Fügenschuh, A. (2009). Solving a school bus scheduling problem with integer programming, European Journal of Operational Research, Vol. 193, No. 3, pp. 867-884.

Holyoak, N. M. (2007). Modelling the trip departure timing decision and peak spreading policies, Proceedings of the European Transport Conference (ETC) 2007.

HSL (2012). Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä, HSL Helsingin seudun liikenne, Helsinki.

Kalenoja, H. & Tiikkaja, H. 2013. Tampereen kaupunkiseudun ja Pirkanmaan liikennetutkimus 2012, Henkilöliikennetutkimus, Tampere.

Karvonen, V. (2012). Linja-autokaluston optimointi ja kohdentaminen, diplomityö, liikenne- ja tietekniikka, Aalto-yliopisto, 106 s.

Lehto, A. (2012). Joukkoliikenteen palvelutasomäärittelyä koskevan ohjeistuksen arviointi ja kehittäminen, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 31/2012, Liikennevirasto, Helsinki 2012, 80 s.

Liikennetekniikka Oy (1971). Tampereen kaupunkiseudun liikennetutkimus 1969. Liikennetekniikka Oy, Tie- ja vesirakennushallitus, Tampereen kaupunki, 71 s.

Liikennevirasto (2012). Henkilöliikennetutkimus 2010–2011, Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto, Helsinki 2012, 98 s.

Liikennevirasto (2013). Julkisen liikenteen sanasto, Liikenneviraston oppaita 4/2013, Liikennevirasto, liikenteen palvelut -osasto, Helsinki 2013, 59 s.

Litman, T. (2013). Understanding Transport Demands and Elasticities, How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior, Victoria Transport Policy Institute.

Litman, T. (2004). Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities, Journal of Public Transportation, Vol. 7, No. 2, pp. 37–58.

Ljungberg, A. (2009). Staggered School Hours to Spread Peak Demand for Public Transport, Benefits and Costs, International Journal of Transport, Vol. 36, No. 1, pp 141–160.

Mansikkamäki, S. (2014). Ryhmäkuljetusten optimointi, diplomityö, rakennustekniikan koulutusohjelma, Tampereen teknillinen yliopisto, 86 s.

Metsäranta, H., Hillo, K., & Weiste, H. (2008). Joukkoliikenteen lipputukijärjestelmä ja hinnoittelu, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 53/2008, Liikenne- ja viestintäministeriö, 90 s.

Ojala, J. & Pursula, M. (1994). Liikennetekniikka, Opintomoniste 13, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi.

Pesonen, H., Moilanen, P., Tervonen, J., Weiste, H. (2006). Joukkoliikenteen palvelutasotekijöiden arvottaminen, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, 36/2006.

Puong, A. (2000). Dwell Time Model and Analysis for the MBTA Red Line, MIT's Open Course Ware Project.

Sitra (2014). Tässäkö yllätysratkaisu aamuruuhkiin?, Resurssiviisas joulukalenteri 8/24, Sitra, verkkosivu, Saatavissa (viitattu 23.4.2015): <http://www.sitra.fi/blogi/tassako-yllatysratkaisu-aamuruuhkiin>.

Taivainen, Y. (1981). Koulujen työajan porrastuksen vaikutukset joukkoliikenteen kustannuksiin Tampereella, Diplomityö, Rakennustekniikan koulutusohjelma, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 75 s.

Tampereen kaupunki (2015a). Peruskoulun oppilasmäärät lukuvuonna 2014–2015, Tampereen kaupungin varhaiskasvatus ja perusopetus –yksikkö.

Tampereen kaupunki (2015b). Tampereen joukkoliikenteen aikataulut ja reitit, Tampereen joukkoliikenteen tuottama GTFS – muotoinen data, Tampereen kaupungin datakatalogia, saatavissa (viitattu 19.11.2015): <http://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/tietoa-tampereesta/avoin-data.html>.

Tampereen kaupunki (2015c). Tampereen bussipysäkit, Tampereen kaupungin datakatalogia, saatavissa (19.11.2015): <http://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/tietoa-tampereesta/avoin-data.html>.

Tampereen kaupunki (2015d). Koulutus ja opiskelu, verkkosivu, Saatavissa (viitattu 17.7.2015): <http://www.tampere.fi/koulutusjaopiskelu.html>.

Tampereen kaupunki (2011). Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteen palvelutasomäärittely 2012-2016, Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen, Joukkoliikenne.

Tampereen kaupunkiseutu (2015). Verkkosivu, Saatavissa (viitattu 8.7.2015): http://www.tampereenseutu.fi/tampereen_kaupunkiseutu/.

Tampereen kaupunkiseutu (2014). Rakennesuunnitelma 2040, Saatavilla: <http://www.tampereenseutu.fi/seutuhankkeet/yhteistyon-tuloksia/ yhdyskuntasuunnittelun-ohjelmat/rakennesuunnitelma-2040/>.

Tampereen joukkoliikenne (2015). Alennukset ja erikoisliput – Seniorit, Tampereen joukkoliikenne, verkkosivut, Saatavissa (viitattu 14.12.2015): <http://joukkoliikenne.tampere.fi/liput-ja-hinnat/alennukset-ja-erikoisliput/seniorit.html>.

Tampereen joukkoliikenne (2014). Kertomus vuoden 2014 toiminnasta, Tampereen joukkoliikenne, Tampere, 28 s.

TfL (2015). On Oyster, Transport for London, website, available (accessed 14.9.2015): <https://tfl.gov.uk/fares-and-payments/ticket-types/on-oyster?intcmp=11504>.

TDM (2014). TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute, Available (accessed 14.12.2015): <http://www.vtpi.org/tdm/tdm12.htm>.

Tilastokeskus (2015). Tampereen kaupunkiseutu – väestö, Tilastokeskus, Saatavissa (viitattu 8.12.2015): http://tilastokeskus.fi/tup/seutunet/tampere_vaesto_fi.html.

Tirachini, A., Hensher, D., Rose, J. (2013). Crowding in public transport systems: Effects on users, operation and implications for the estimation of demand, Transportation Research Part A, Vol. 53, pp. 36–52.

TTF (2010). Meeting the Funding Challenges of Public Transport, Australia Tourism & Transport Forum (TTF) & LEK Consulting.

Walker, J. (2012). *Human transit, How Clearer Thinking About Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives*, Island Press, USA, 235 p.

Webb, M., Gaymer, S., & Stuchbery, P. (2010). Opportunities for managing peak train travel demand: A melbourne pilot study, Paper presented at the ATRF 2010: 33rd Australasian Transport Research Forum.

YTV (2003). Joukkoliikenteen lipunhinnan muutosten taloudelliset vaikutukset, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:8, Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 72 s.

LIITE A: KYSELYLOMAKE

Kouluaikojen porrastuskysely yläkouluille ja toisen asteen oppilaitoksille

Koulun perustiedot:

Koulun nimi: *

Koulutusaste *

Yläkoulu tai yhtenäiskoulu

Lukio tai ammattioppilaitos

Oppilasmäärä (luokat 7-9 yhteensä): *

Miltä alueilta oppilaat tulevat kouluun? (Listaa tähän vain alueet, jotka kuuluvat koulunne toiminta-alueeseen, esim. Hervanta, Hallila...) *

Tullaanko kouluun myös muualta kuin koulun omalta toiminta-alueelta? *

Kyllä. Mistä ja minkä takia?

Ei

Opiskelijamäärä (toisen asteen opiskelijat yhteensä): *

Koulupäivien alkamis- ja päättymisajat

Koulupäivien alkamis- ja päättymisajat (anna vastaukset muodossa (hh:mm) *)

Ensimmäinen oppitunti alkaa _____

Toinen oppitunti alkaa _____

Toiseksi viimeinen oppitunti päättyy _____

Viimeinen oppitunti päättyy _____

Kuinka suuri osa oppilaista keskimäärin... *

aloittaa päivänsä ensimmäisellä oppitunnilla?

aloittaa päivänsä toisella oppitunnilla?

lopettaa päivänsä toiseksi viimeisen oppitunnin jälkeen?

lopettaa päivänsä viimeisen oppitunnin jälkeen?

Vastausvaihtoehdot

100 % (kaikki) 75-100 % 50-75 % (Reilu puolet) 25-50 % 0-25 % (Alle neljäsosa) En osaa sanoa

Kouluaikojen porrastus

Kouluaikojen porrastamisella tarkoitetaan sitä, että koulupäivän alkamisajankohta vaihtelee joko koulun sisällä (eri vuosiluokat aloittavat koulunsa eri aikoihin) tai koulujen välillä (saman alueen koulut aloittavat päivänsä eri aikoihin).

Koulun sisäinen porrastus voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että osa oppilaista tulee 10, 20 tai 30 minuuttia myöhemmin kouluun tai osan koulupäivä alkaa vasta toisella oppitunnilla. Koulujen välinen porrastus tarkoittaa esimerkiksi 10, 15 tai 20 minuutin porrastuksia koulupäivien alkamisajoissa saman alueen koulujen välillä.

Onko koulun sisällä käytössä kouluaikojen porrastusta tai onko sellaista mahdollista toteuttaa? (esim. koulun sisäiset alkamisajat vaihtelevat luokka-astekohtaisesti) *

Käytössä, miten: _____

Ei käytössä, mutta mahdollista toteuttaa. Miten: _____

Ei käytössä, ei mahdollista toteuttaa.

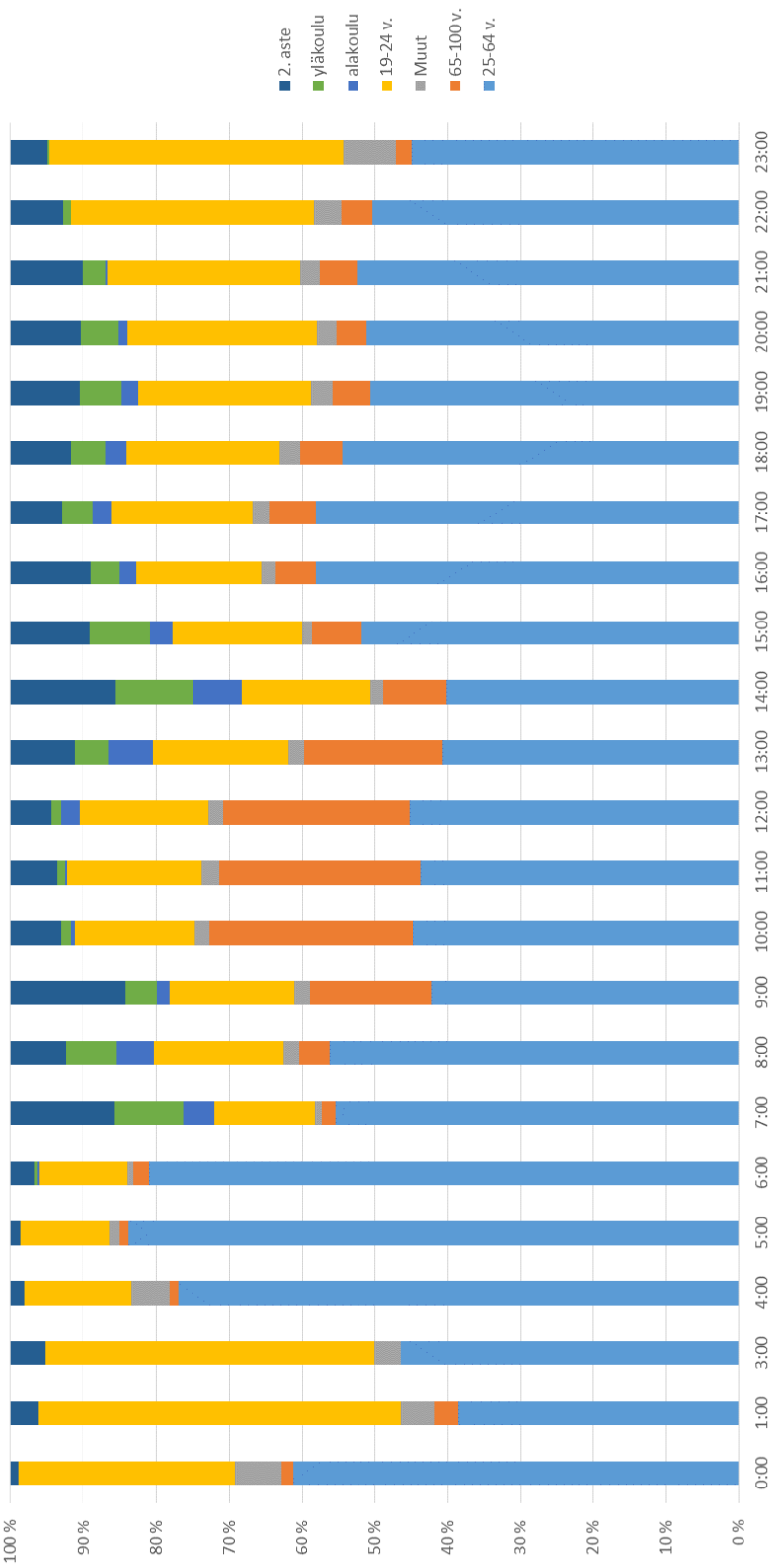
Mitkä tekijät vaikeuttavat/vaikeuttaisivat koulun sisäistä kouluaikojen porrastusta?

Olisiko koulun sisäisellä porrastuksella jotain etuja koulun näkökulmasta?

Jos kouluaikoja porrastettaisiin koulujen välillä (alueen eri koulut aloittavat päivänsä eri aikaan), mitkä tekijät vaikeuttaisivat kouluaikojen porrastusta? (esim. yhteinen opettaja toisen koulun kanssa)

Mitä hyvää koulujen välisessä porrastuksessa olisi koulun kannalta?

LIITE B: ERI IKÄRYHMIEN OSUUDET KUNKIN TUNNIN LIIKEN-
TEESTÄ



LIITE C: AUTOKIERTOJEN KUSTANNUKSET LINJOITTAIN AUTOKIERRON PITUUDEN MUKAAN

	Vuoroja			Kustannukset/vrk (€)		
Linja	< 2h	< 5h	< 8h	< 2h	< 5h	< 8h
1	1	1	42	314	314	3685,1
2		1,5	2		32	48,8
3		9	18		925	1615,5
4			12			471,5
8		6	29,5		547	2414,3
9			30			1222,1
11		5,5	6		585	620,4
12			26			947,4
13	1	3,5	7,5	223	525	907,6
17		2,5	2,5		315	315,3
21		5	5		421	421,4
24			37			1513,1
26			0,5			46,5
28	0,5	4,5	4,5	199	700	699,6
29			20,5			1408,0
33		1	9		39	300,4
35			11			424,9
36		5,5	10		453	780,0
38			12			484,3
41			13			

44			6			
45			11			
46			15,5			
63		8,5	8,5		299	
65			12,5			
72			12			
73			1			
90		3,5	4,5		377	

**LIITE D: YLÄKOULUJEN JA TOISEN ASTEEN OPPILAITOSTEN
OPPILASMÄÄRÄT SEKÄ KOULUPÄIVIEN ALKAMIS- JA PÄÄT-
TYMISAJAT**

Koulun nimi	Koulutus- taso	Päivä alkaa	Päivä päättyy	Opp. määrä
Etelä-Hervannan koulu	yhtenäis- koulu	8.00	15.45	212
Hatanpään koulu	yläkoulu	8.05	15.40	400
Juhannuskylän koulu, Tammerkos- ken koulutalo	yläkoulu	8.10	15.45	623
Kaarilan koulu	yläkoulu	8.10	14.50	336
Kaukajärven koulu	yhtenäis- koulu	8.10	14.50	351
Kristillinen koulu	yhtenäis- koulu	8.30	15.45	78
Kämmenniemen koulu	yhtenäis- koulu	8.00	14.55	230
Lielahden koulu	yhtenäis- koulu	8.15	15.55	303
Linnainmaan koulu	yhtenäis- koulu	8.10	15.00	677
Pohjois-Hervannan koulu	yhtenäis- koulu	8.00	15.00	199
Pyynikin koulu	yläkoulu	8.00	15.00	369
Sammon koulu	yhtenäis- koulu	8.00	15.00	376
Takahuhdin koulu, vl 5-9	yläkoulu	8.20	15.00	365
Tampereen kansainvälinen koulu FISTA	yhtenäis- koulu	8.10	15.40	225
Tampereen normaalikoulu	yläkoulu	8.15	16.00	286

Tampereen Rudolf Steiner-koulu	yhtenäis-koulu	8.30	16.30	152
Tesoman koulu	yläkoulu	8.05	14.50	389
Svenska samskolan i Tammerfors	yhtenäis-koulu	8.15	15.45	79
Sammon keskuslukio	Lukio	8.15	15.55	850
Tammerkosken lukio	Lukio	8.15	15.55	620
Tampereen klassillinen lukio	Lukio	8.15	16.00	474
Tampereen lyseon lukio	Lukio	8.15	16.00	570
Tampereen teknillinen lukio	Lukio	8.15	16.00	270
Kalevan lukio	Lukio	8.15	15.30	587
Svenska samskolan i Tammerfors	Lukio	8.15	15.45	59
Tampereen yliopiston normaali-koulu, lukio	Lukio	8.15	16.00	300
Tampereen Rudolf Steiner -koulu	Lukio	8.30	16.30	142
Tampereen yhteiskoulun lukio	Lukio	8.05	15.15	850
Tredu, Ajokinkujan toimipiste	Ammatti-koulu	8.00	15.45	400
Tredu, Hepolamminkadun toimipiste	Ammatti-koulu	8.00	16.00	1336
Tredu, Koivistontien toimipiste	Ammatti-koulu	8.00	16.00	800
Tredu, Mediapolis	Ammatti-koulu	8.00	16.00	120
Tredu, Pirkankadun toimipiste	Ammatti-koulu	8.00		250
Tredu, Pyynikintien toimipiste	Ammatti-koulu	8.15	15.45	1000
Tredu, Sairaalankadun toimipiste	Ammatti-koulu	8.15	15.45	1200

Tredu, Sammonkadun toimipiste	Ammatti-koulu	8.15	15.45	700
Tredu, Åkerlundinkadun toimipiste	Ammatti-koulu	8.00	20.00	650
Ahlmanin ammatti- ja aikuisopisto	Ammatti-koulu	8.15	16.00	150
Tampereen konservatorio	Ammatti-koulu	-	-	88
Tampereen palvelualan ammat-tiopisto	Ammatti-koulu	8.00	16.00	250
Tampereen aikuiskoulutuskeskus	Ammatti-koulu	8.00	16.00	4000
Tredu, Santalahden toimipiste	Ammatti-koulu	-	-	2500
Hatanpään lukio	Lukio	8.15	15.55	360

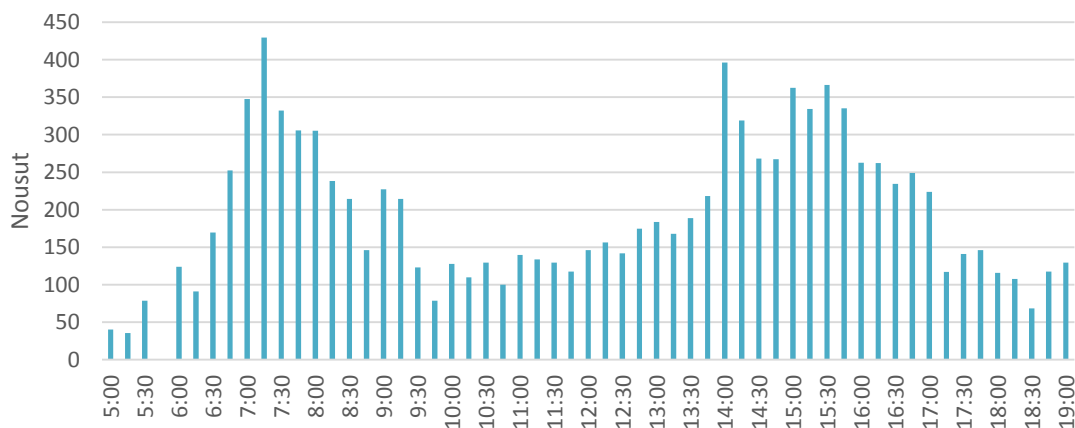
LIITE E: PORRASTUSVAIHTOEHDON 3 MUUTOKSET MATKUS- TAJAMÄÄRISSÄ AAMUPIIKIN AIKANA

Linja	Nousut (ennen)	Nousut (jälkeen)	Muutos%	Vuorot	Muutos suunta 1	Muutos suunta 2	Opp. osuus(%)
1	1414	1327	-6	17	-47	-40	30
2	278	243	-13	8	-34	-1	24
3	1103	1023	-7	14	-42	-38	25
4	394	375	-5	9	-12	-6	18
5	306	312	2	4	3	3	10
8	1094	1012	-7	13	-43	-38	27
9	529	450	-15	15	-70	-10	29
10	385	326	-15	11	-47	-11	29
11	385	344	-11	6	-16	-25	26
12	375	299	-20	8	-53	-23	41
13	774	747	-3	10	-12	-15	30
14	195	177	-9	4	-10	-8	22
15	94	73	-22	4	-11	-10	30
17	641	587	-9	7	-27	-28	37
20	442	433	-2	6	-7	-2	15
21	337	327	-3	5	-4	-6	28
24	166	161	-3	5	-1	-3	4
25	368	341	-7	6	-9	-18	26
26	391	382	-2	5	-7	-2	39
27	314	270	-14	4	-22	-22	27

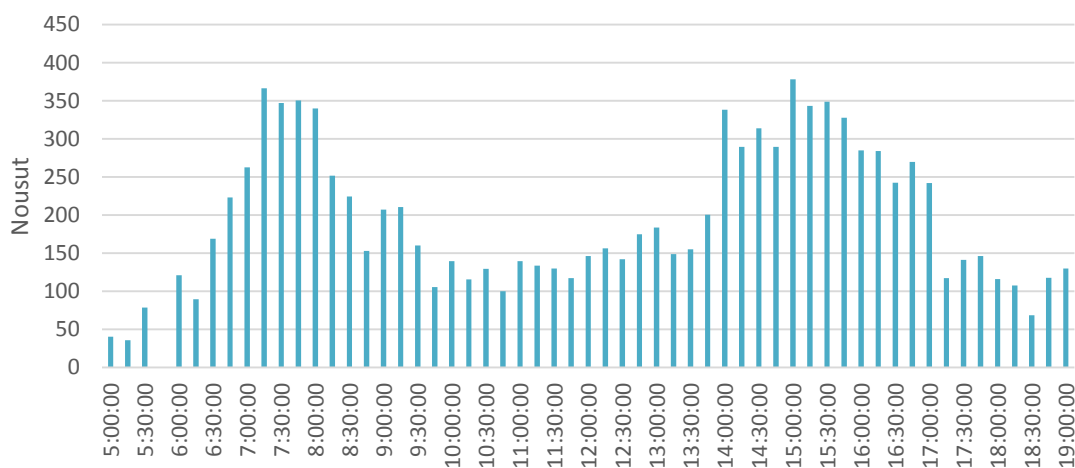
28	517	481	-7	7	-18	-17	41
29	658	567	-14	8	-37	-54	29
36	324	282	-13	5	-24	-18	26
38	114	85	-26	3	-27	-3	45
40	110	99	-10	6	-10	-1	26
47	92	70	-23	3	-19	-2	42
50	136	137	1	6	0	1	28
70	76	74	-3	5	-1	-2	12
90	191	104	-46	4	-39	-49	57

LIITE F: VARTIN AIKANA TAPAHTUVAT NOUSUT NYKYTILAN- TEESSA SEKÄ VAIHTOEHDOISSA 3 JA 4 LINJOILLA

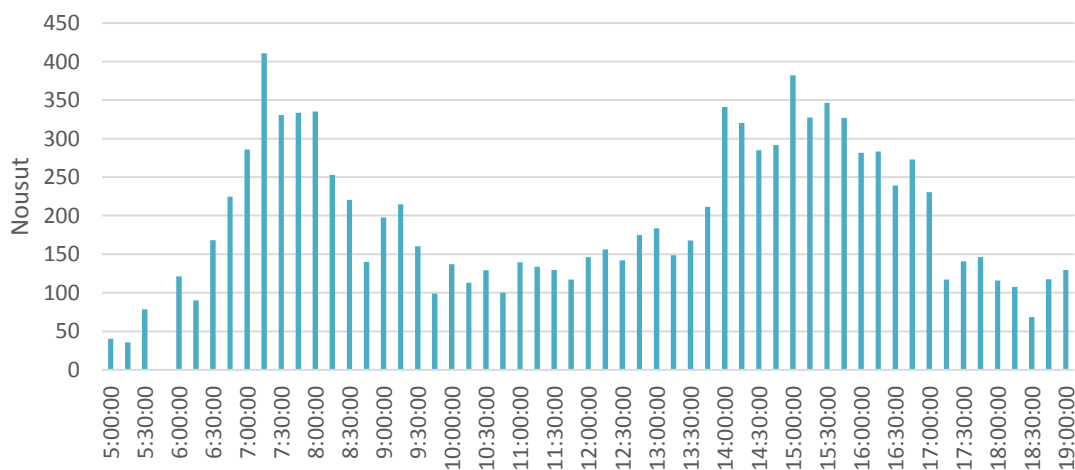
Linja 1 - nykytilanne



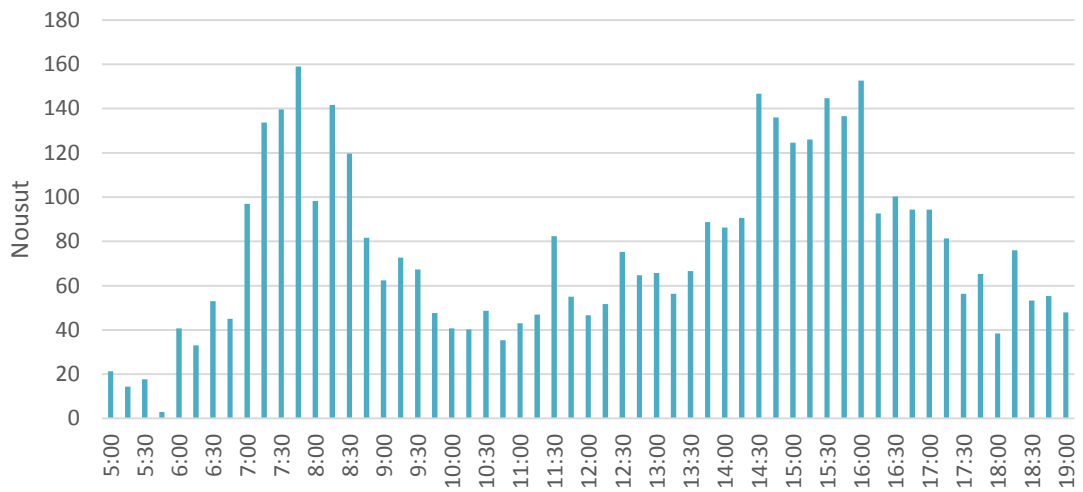
Linja 1 - porrastusvaihtoehto 3



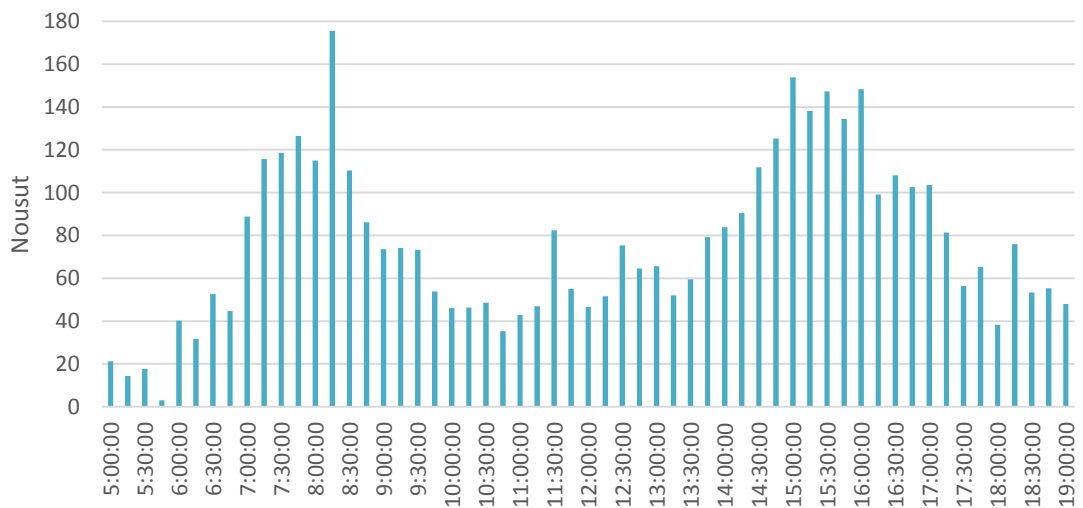
Linja 1 - porrastusvaihtoehto 4



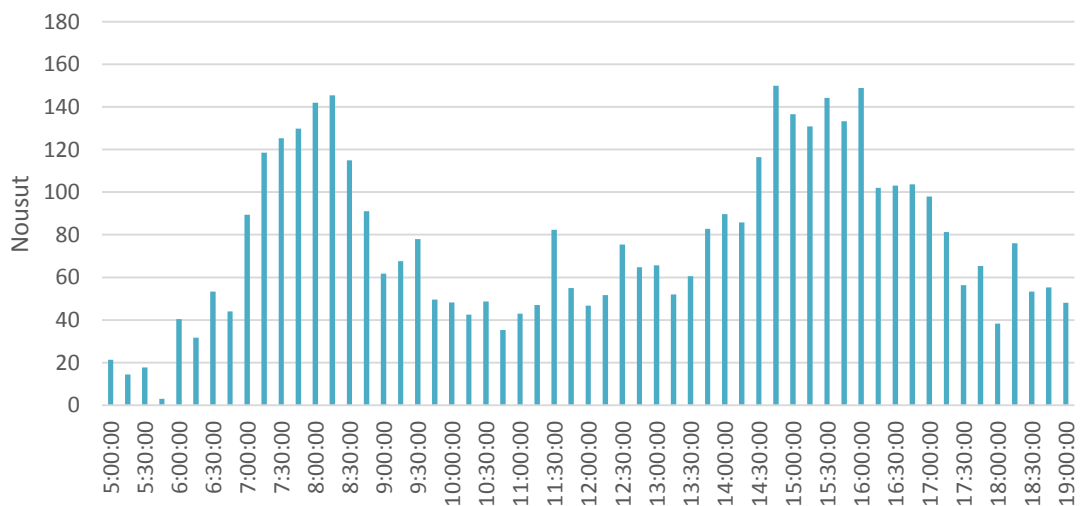
Linja 9 - nykytilanne



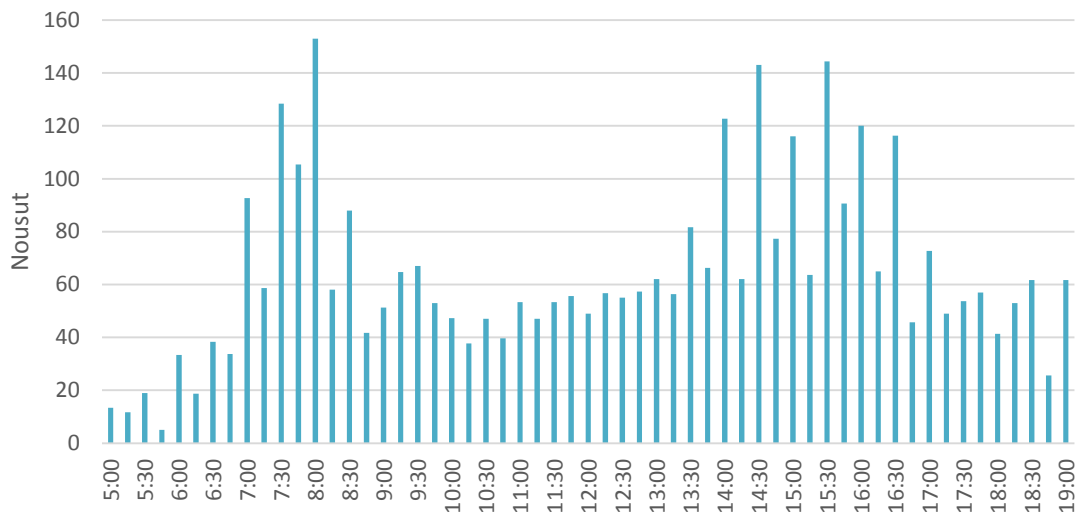
Linja 9 - Porrastusvaihtoehto 3



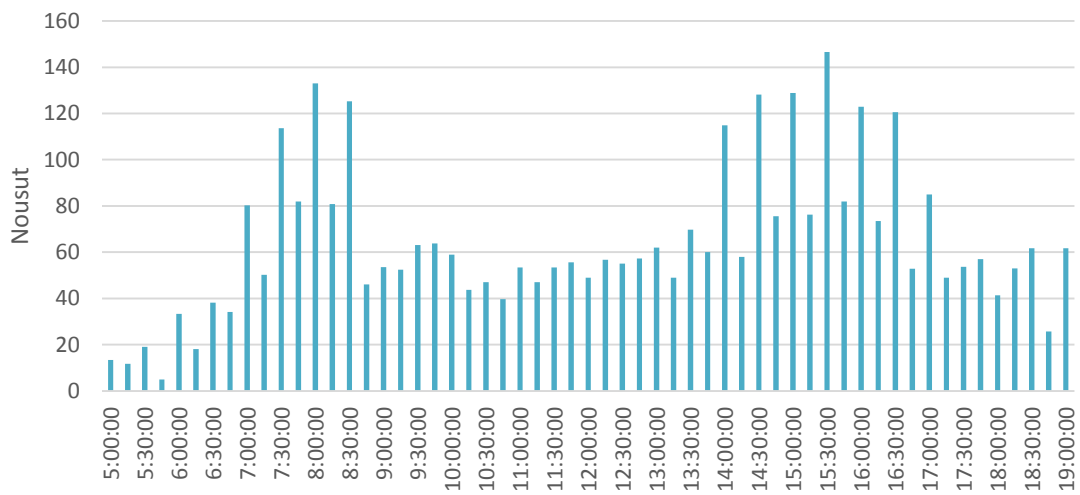
Linja 9 - Porrastusvaihtoehto 4



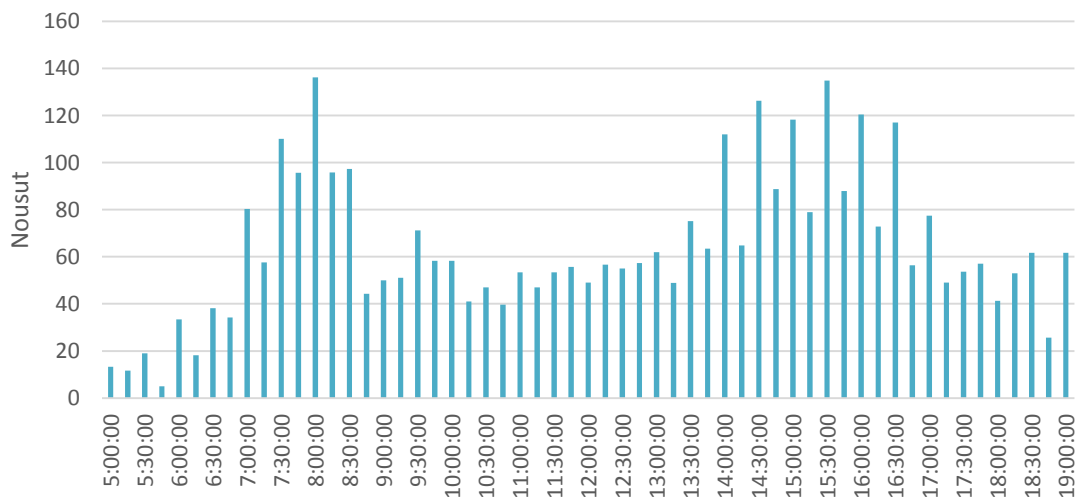
Linja 10 - nykytilanne



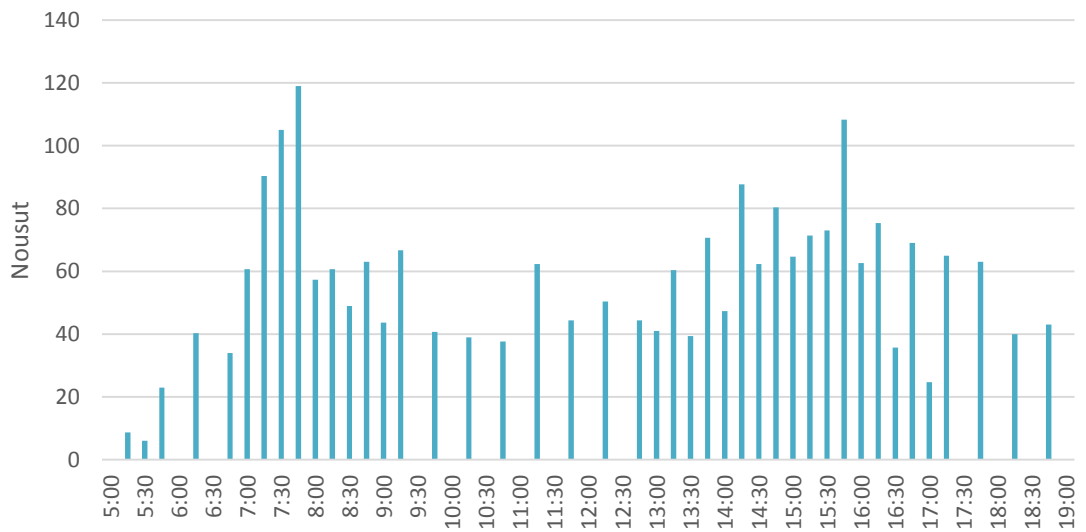
Linja 10 - Porrastusvaihtoehto 3



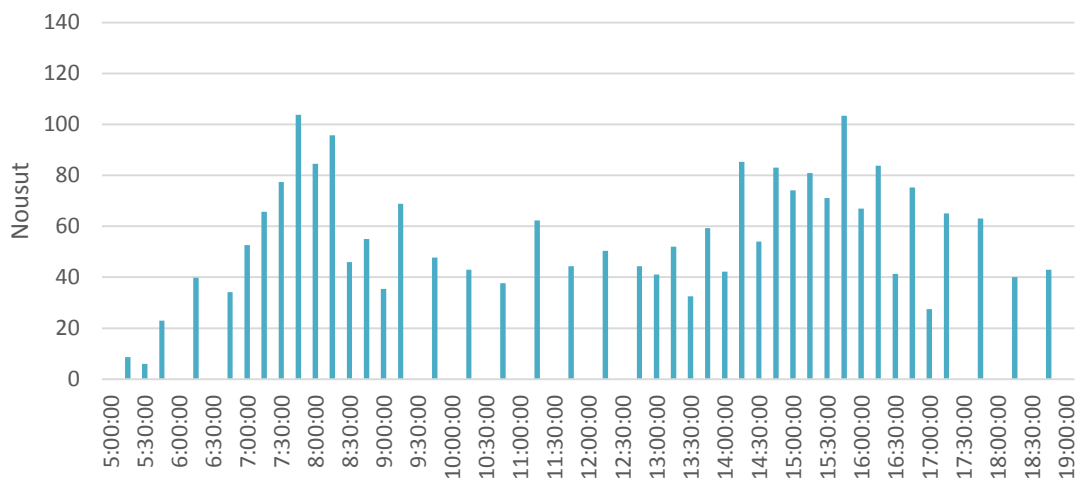
Linja 10 - Porrastusvaihtoehto 4



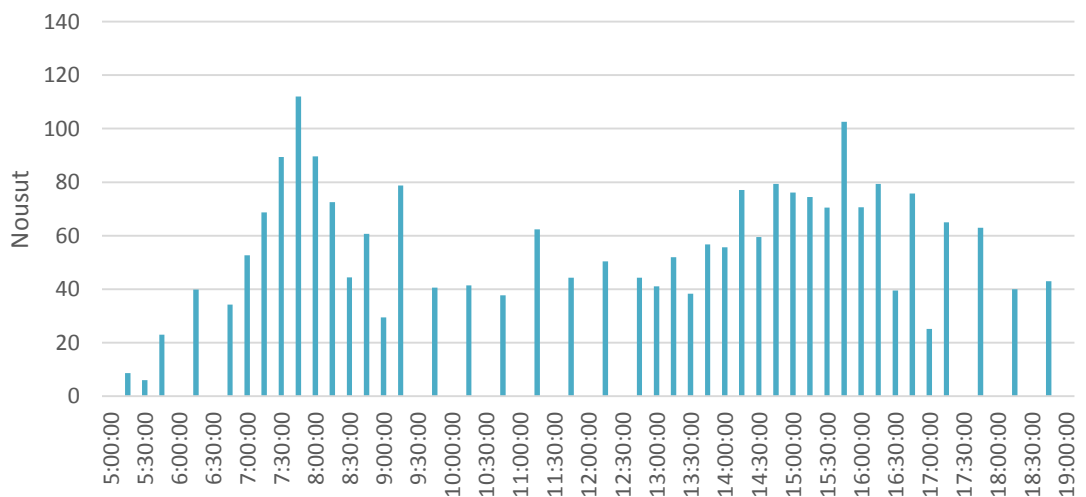
Linja 12 - nykytilanne



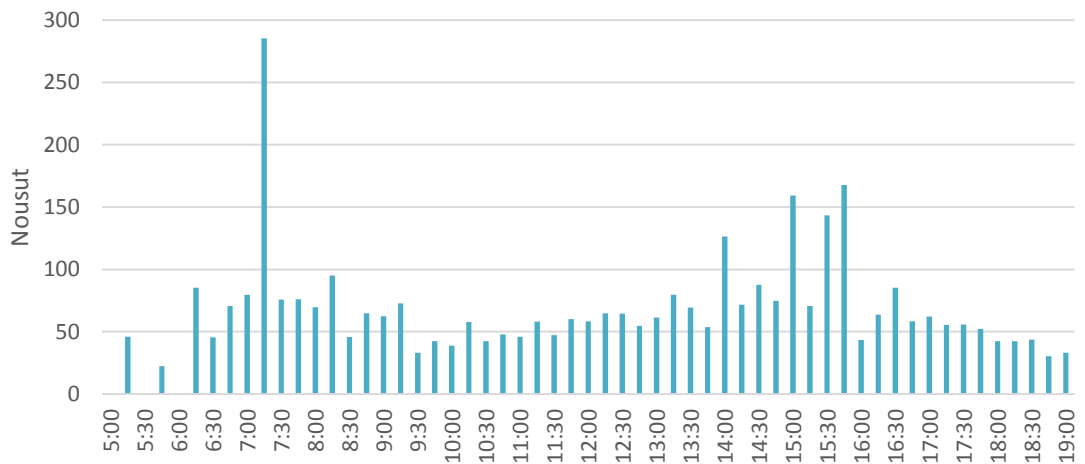
Linja 12 - Porrastusvaihtoehto 3



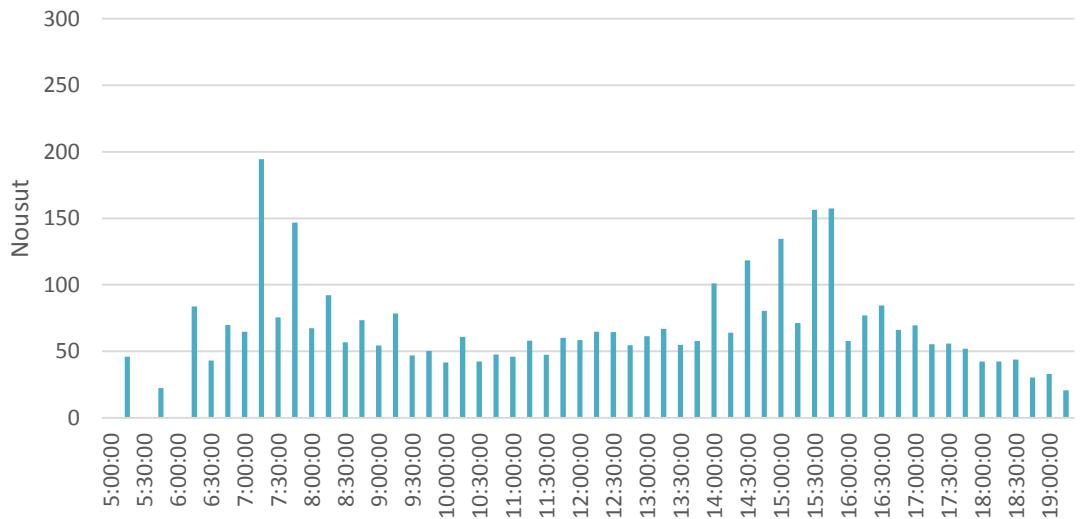
Linja 12 - Porrastusvaihtoehto 4



Linja 28 - nykytilanne



Linja 28 - Porrastusvaihtoehto 3



Linja 28 - Porrastusvaihtoehto 4

